COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la divergence des séries trigonométriques.* Note de M. H. Poincaré.

« J'ai eu l'occasion de parler de cette question à propos d'un travail de M. Hill inséré dans le *Bulletin of the American Mathematical Society*. M. Hill ayant publié, dans le même Recueil, un nouvel article sur le même sujet, je me vois forcé d'y revenir, car le malentendu me semble s'être aggravé, et je crois nécessaire de donner quelques explications complémentaires.

» Il s'agit des preuves que j'ai données de la divergence des séries de M. Lindstedt :

» Another method, dit M. Hill (p. 134), is derived from the principle that two caracteristic exponents vanish for every uniform integral that exists ; but the integrals derivable from the series of Delaunay, Newcomb and Lindstedt are valid only for a limited range in the values of the linear variables. For instance, in the problem of

the three brodies, if the deformation of the triangle formed by these bodies is such that we cannot find any two sides, one of which sustains to the other an invariable relation of greater or less, we cannot apply the mentioned series (Tel serait, par exemple, le cas d'une comète troublée par Jupiter, si la distance aphélie est supérieure à celle de Jupiter et la distance périhélie inférieure à celle de la planète).

» Ainsi, dans la pensée de M. Hill, les séries convergeraient pourvu que les variables satisfassent à certaines inégalités, et mon argumentation prouverait seulement qu'elles ne peuvent pas converger pour toutes les valeurs des variables sans aucune exception. Il est aisé de voir, au contraire, que l'argument conserve sa valeur et permet d'établir que ces séries ne peuvent pas converger dans toute l'étendue d'un domaine quelconque, pourvu qu'il y ait, dans ce domaine, une solution périodique ; or, il y a des solutions périodiques dans tous les domaines, si petits qu'ils soient (au moins pour les valeurs très petites des masses et des excentricités). Si donc les séries convergent, ce ne peut être que pour certaines valeurs *discrètes* des variables et non pour toutes les valeurs comprises entre certaines limites, quelque resserrées que soient ces limites.

» In the third place, continue M. Hill, an appeal is made to the alleged non existence of analytic and uniform integrals beyond those already known. » (M. Hill expose ensuite que deux hypothèses sont possibles) « Now in case we are obliged to accept the first conclusion, were it only but once, M. Poincaré has demonstrated the non-existence of integrals ; but, granting that it is proper in every case to accept the latter conclusion, the demonstration fails. Now he declines to consider the latter alternative, saying that he does not believe that any problem of Dynamics, presenting itself naturally, occurs where the right members of the mentioned equations would all vanish.

» J'ai dit, en effet (*Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I, p. 245) :

» Ces considérations ne présentent pas, d'ailleurs, d'intérêt pratique et je ne les ai présentées ici que pour être complet et rigoureux. On peut évidemment construire artificiellement des problèmes où ces diverses circonstances se rencontreront ; mais, dans les problèmes de Dynamique qui se posent naturellement, il arrivera toujours, ou bien que toutes les classes seront singulières, ou bien qu'elles seront toutes ordinaires, à l'exception d'un nombre fini d'entre elles.

» La question demeure donc réservée en ce qui concerne un problème de Dynamique quelconque, mais, en ce qui concerne le problème des trois corps en particulier, j'ai démontré, dans le Chap. VI, n°s 102 et 103, que toutes les classes sont ordinaires.

» La seconde alternative se trouve donc écartée.

» Enfin, M. Hill ajoute encore ce qui suit :

» M. Poincaré appeals in another place to the fact that the Lindstedt series, if convergent, would establish the non existence of asymptotic solutions. But this observation is irrelevant for the reason that the domains of the two things are quite distinct. In any case where Lindstedt series are applicable, there are no asymptotic solutions, and, where there are asymptotic solutions, Lindstedt's series would be illusory.

» M. Hill paraît croire qu'il ne peut y avoir de solutions asymptotiques que si les variables satisfont à certaines inégalités ; et, en effet, il avait dit quelques pages plus haut :

» In all the cases presented by astronomy, where, on account of the near approach to circular motion, a periodic solution can be taken as a first approximation, it appears that the squares of the characteristic exponents are real and negative. Thus, there is no call here to consider this sort of solution (les solutions asymptotiques).

» Il y a là une erreur manifeste; car, en se bornant, pour simplifier, au problème dit *restreint* (inclinaison nulle, masse de la planète troublée nulle, excentricité de la planète troublante nulle), on voit que dans tout domaine, si petit qu'il soit, il y a des solutions asymptotiques, au moins pour des valeurs suffisamment petites des masses perturbatrices.

» Si M. Hill a cru le contraire, c'est qu'il n'a envisagé que les solutions périodiques de la première sorte; mais l'application de la méthode de Delaunay suffirait pour mettre en évidence l'existence des solutions asymptotiques. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés nouvelles des radiations invisibles émises par divers corps phosphorescents*. Note de M. Henri Becquerel.

1° *Action sur les corps électrisés.*

« Dans la dernière séance, j'ai communiqué à l'Académie les observations que j'avais été conduit à faire avec divers sels d'uranium et en particulier avec le sulfate double d'uranyle et de potassium; j'ai montré que ce corps émettait des radiations traversant divers corps opaques pour la lumière, tels que le papier noir, l'aluminium et le cuivre, et que cette émission se produisait, soit sous l'influence de rayons excitant la phosphorescence, soit à l'obscurité, très longtemps après que la substance a cessé d'être excitée par la lumière. Je rappelle également que ces corps

n'émettent plus de radiations lumineuses perceptibles, $\frac{1}{100}$ de seconde environ après le moment où ils ont cessé d'être excités par la lumière.

» J'ai observé récemment que les radiations invisibles émises dans ces conditions ont la propriété de décharger les corps électrisés soumis à leur rayonnement.

» L'expérience se fait très simplement en substituant une lamelle de sulfate double uranico-potassique au tube de Crookes employé dans l'expérience de MM. Benoist et Hurmuzescu.

» On sait que l'électroscope de M. Hurmuzescu, protégé contre les influences électriques extérieures par une enveloppe métallique, et contre les radiations ultraviolettes par des verres jaunes, reste chargé pendant de longs mois. Si l'on remplace un des verres jaunes de la lanterne par une lame d'aluminium de $0^{mm},12$ d'épaisseur, et que l'on applique contre cette feuille à l'extérieur une lamelle de la substance phosphorescente, on voit les feuilles d'or de l'électroscope se rapprocher peu à peu, indiquant une décharge lente de l'appareil. En mesurant à des instants suffisamment rapprochés l'écartement des feuilles d'or, on a pu dresser des courbes des déviations en fonction du temps, et déterminer, soit la vitesse de déperdition de l'électricité à chaque instant, soit la durée de la décharge de l'appareil chargé chaque fois au même potentiel initial.

» Sans donner ici tous les nombres obtenus, j'indiquerai seulement que, dans les conditions qui viennent d'être décrites, une charge qui faisait diverger les feuilles d'or de 18° environ a été dissipée en deux heures cinquante-six minutes.

» On a des résultats plus rapides en plaçant les substances rayonnantes directement au-dessous des feuilles d'or, dans l'intérieur de la lanterne. Une lamelle de sulfate double uranico-potassique a été ainsi disposée au-dessous des feuilles d'or ; cette lamelle mesurait 45^{mm} de long sur 25^{mm} de large, et était maintenue à l'abri de la lumière depuis cinq jours.

» Les distances ont varié entre 1^{cm} et 3^{cm} environ. Les feuilles d'or divergeant de 12°, la durée de la décharge a été comprise entre vingt et une et vingt-cinq minutes pour une charge négative, et a été de vingt-trois minutes pour une charge positive produisant la même divergence des feuilles d'or. Cette même charge eût été dissipée en une heure quarante-huit minutes par la même lame placée à l'extérieur derrière la feuille d'aluminium.

» Lorsque les corps étaient disposés au-dessous des feuilles d'or, on a interposé une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur; la décharge a été alors

beaucoup plus lente, et, à partir du moment où les feuilles d'or divergeaient de 12° jusqu'au moment où elles ont cessé de diverger, il s'est écoulé une heure cinquante-deux minutes.

» Je me propose d'étudier de plus près les diverses particularités de ce phénomène.

2° *Réflexion et réfraction.*

» J'ai pu mettre en évidence la réflexion de ces radiations invisibles par les expériences suivantes :

» Une lamelle de sulfate uranico-potassique ayant été déposée sur la gélatine d'une plaque Lumière, j'avais recouvert une moitié de cette lamelle par un miroir d'acier dont la face polie était tournée vers la lamelle et la plaque photographique. La plaque développée au bout de cinquante-cinq heures a donné une image très forte; sur la partie non recouverte, les bords de la lamelle étaient assez nets, tandis que les bords de la partie recouverte avaient donné une silhouette beaucoup plus diffuse, comme si une seconde lame, image de la partie couverte, plus éloignée de la gélatine, avait superposé son action à la première.

» J'ai disposé alors l'expérience suivante : Dans un petit bloc d'étain, j'ai creusé un miroir hémisphérique dont le poli, bien qu'imparfait, donnait des images. J'ai assujetti, dans le plan focal, une lamelle cristalline dont l'extrémité, de forme triangulaire, occupait un secteur de la base de la calotte sphérique polie, et j'ai placé le tout sur une plaque Lumière, le miroir ayant sa concavité tournée vers la plaque, et la lamelle cristalline étant séparée de la plaque par une cale en papier.

» Au bout de quarante-six heures, j'ai développé la plaque, et la silhouette de la lamelle est apparue, la partie triangulaire étant entourée d'un cercle obscur dans lequel on reconnaît la trace d'un défaut du miroir qui, en ce point, n'avait pu recevoir de poli.

» Cette auréole, à contour assez net, est donc due à des radiations qui, après avoir été réfléchies sur le miroir, ont été renvoyées sur la plaque dans des directions à peu près parallèles.

» Les expériences que j'ai instituées en vue de mettre en évidence la réfraction de ces radiations au travers d'un prisme ont donné des indications de réfraction, mais ces indications sont trop faibles pour être présentées aujourd'hui. On verra, du reste, par les résultats que je vais décrire plus loin, que certaines images mettent nettement en évidence le fait de la réfraction et de la réflexion totale dans le verre.

3° *Actions produites par diverses substances et durée de l'émission à l'obscurité.*

» Dans une première série d'expériences, j'ai disposé sur une même plaque photographique divers composés de sesquioxyde d'uranium, des sulfates doubles d'uranyle et de potassium, de sodium, d'ammonium, formant des croûtes cristallines minces, puis un cristal de nitrate d'urane et un morceau de blende hexagonale très phosphorescente, préparée autrefois par M. Sainte-Claire Deville. La plaque photographique était enveloppée d'un papier noir, et les substances fixées chacune sur une lamelle de verre de $0^{mm},2$ d'épaisseur. Pour le nitrate, qui doit être soustrait à l'action de l'humidité de l'air, le cristal a été disposé sur une lamelle identique aux précédentes, puis coiffé d'une petite cloche de verre, formée d'un bout de tube, et qui a été scellée à la plaque de verre inférieure avec de la paraffine. Cette disposition a servi également pour enfermer, à l'abri de l'air, diverses autres substances dont je parlerai plus loin. Ces substances ont été déposées sur la plaque photographique le 3 mars à 4^h du soir; elles étaient depuis longtemps à la lumière diffuse et, depuis lors, elles ont été maintenues constamment à l'obscurité. La plaque, développée le 5 mars à $4^h 30^m$, au bout de quarante-huit heures, a montré des actions à peu près équivalentes pour les divers sels d'urane étudiés; la blende hexagonale n'a manifesté aucune action.

» Les mêmes substances, après avoir été retirées de la première plaque, ont été disposées le même jour, à $5^h 25^m$, dans le même ordre, sur une seconde plaque appartenant à la même douzaine que la première, enveloppée du même papier noir et dans les mêmes conditions. L'opération a été faite à la lumière d'une bougie éloignée, et à l'abri de la lumière du jour. La plaque, développée le 7 mars à $2^h 30^m$, c'est-à-dire après une nouvelle pose de quarante-cinq heures, a donné des résultats aussi nets et des images aussi intenses que les premières. Enfin, une troisième épreuve, semblable aux précédentes, mise en expérience le 7 mars à $3^h 30^m$ et développée le 9 à $9^h 5^m$ du matin, a donné, après quarante-deux heures et demie de pose, des résultats encore presque aussi intenses.

» Il est très remarquable de constater que, depuis le 3 mars, c'est-à-dire au bout de plus de cent soixante heures, l'intensité des radiations émises à l'obscurité n'a pas diminué d'une manière sensible. Peut-être faut-il rapprocher ce fait de la conservation indéfinie dans certains corps de l'énergie qu'ils ont absorbée et qu'ils émettent lorsqu'on les échauffe, fait sur lequel

j'ai déjà appelé l'attention dans un travail sur la phosphorescence par la chaleur ([1]).

» Dans les épreuves qui précèdent, les lamelles cristallines donnent des images nettes de leur silhouette parce que ces lamelles sont très minces. Au contraire, le cristal de nitrate d'urane a donné, autour de la silhouette de la base par laquelle il repose sur le verre mince, une plage légèrement obscure qui est limitée au contour du tube de verre. Cette plage est due à l'action des radiations émises obliquement par les faces verticales du cristal qui a plusieurs millimètres d'épaisseur; les radiations arrêtées par ce tube ont été réfractées et réfléchies totalement à l'intérieur, comme le sont les rayons lumineux à l'intérieur d'une veine liquide. L'action est la plus forte dans les régions qui sont au contact du cristal de nitrate d'urane.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai disposé, à l'extérieur, d'un châssis fermé par une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur et renfermant une plaque photographique, divers sulfures phosphorescents, du sulfure de calcium, au bismuth, lumineux bleu, du sulfure de calcium lumineux bleu verdâtre, et un autre échantillon lumineux orangé; puis du sulfure de strontium très lumineux, vert par phosphorescence, et de la blende hexagonale préparée par M. Ch. Henry.

» Ces corps pulvérulents ont été enfermés dans de petits tubes, formant cloche, fermés à la lampe à une extrémité et reposant, par leur partie ouverte, sur une mince lame de verre de $0^{mm},2$ sur laquelle ils étaient scellés avec de la paraffine. Ces plaques de verre ont été disposées côte à côte sur la plaque d'aluminium et le tout, après avoir été exposé à la lumière diffuse, a été enfermé à l'obscurité dans une boîte.

» La plaque photographique a été développée après quarante-trois heures de pose. La blende hexagonale n'a encore rien donné, non plus que le sulfure de calcium orangé, ni le sulfure de strontium, mais les deux sulfures de calcium lumineux bleu et bleu verdâtre ont donné des actions très énergiques, les plus intenses que j'aie encore obtenues dans ces expériences. Le fait relatif au sulfure de calcium bleu est d'accord avec l'observation de M. Niewenglowski au travers du papier noir.

» Les images que j'ai obtenues avec les deux sulfures de calcium au travers de l'aluminium méritent d'être signalées comme offrant des particularités très importantes. La quantité de poudre phosphorescente contenue dans les tubes formait une colonne dont la hauteur s'élevait de

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 557; 1891.

plusieurs millimètres au-dessus de la base plane de la lame de verre, et de près d'un centimètre pour le sulfure bleu. Le rayonnement de la surface latérale a donné de larges taches noires, excessivement fortes, au milieu desquelles on pouvait distinguer en clair l'image de la section du tube de verre, et surtout les bords très nets des lamelles de verre. Ces bords, noirs à l'intérieur, puis entourés d'une ligne absolument blanche, montrent que les radiations obliques ont pénétré dans la lame de verre, y ont été réfractées et réfléchies totalement à la surface de séparation du verre et de l'air. Les deux tubes de sulfure de calcium ont présenté, à des degrés différents, les mêmes apparences, et même les radiations ont été atteindre le tube voisin contenant du sulfure de strontium et ont fait apparaître, avec les mêmes caractères, une partie de ce tube et la lamelle qui le supportait. Si le phénomène de réfraction et de réflexion n'eût pas été mis en évidence par d'autres expériences, il eût été rendu manifeste par cette seule épreuve.

» Cette épreuve montre, en outre, que la paraffine a été traversée presque sans absorption par les radiations actives, qui ont ensuite traversé l'aluminium.

» Enfin j'ai cherché si l'air n'absorbait pas d'une manière très notable ces radiations sous une petite épaisseur. Des lamelles de sulfate double d'uranyle et de potassium ont été disposées sur une plaque Lumière à des distances de la gélatine de $0^{mm},0$, $0^{mm},2$, 1^{mm} et 3^{mm}. Puis on a disposé une seconde plaque, toute semblable. L'une a été laissée en expérience dans l'air, à l'obscurité, et l'autre, également enfermée dans une boîte, a été maintenue pendant le même temps sous la cloche d'une machine pneumatique où l'air était raréfié à quelques centimètres de pression. Les deux plaques ont ensuite été développées au bout de vingt-trois heures de pose; il n'y a pas eu de différence bien sensible entre les épreuves dans l'air ou sous la machine pneumatique; les lamelles n'ont pas donné d'effets très différents depuis le contact jusqu'à 1^{mm} de distance; mais la silhouette de la lamelle, distante de 3^{mm} de la gélatine, a été beaucoup plus faible que les autres dans les deux épreuves. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi de la blende hexagonale artificielle pour remplacer les ampoules de Crookes*. Note de M. TROOST.

« La blende artificielle, que nous avons obtenue Henri Sainte-Claire-Deville et moi en 1861, sous la forme de prismes hexagonaux transparents, incolores ou légèrement jaunâtres, est susceptible, comme on le sait, d'ac-

quérir une très belle phosphorescence sous l'influence de la lumière solaire ou de la flamme du magnésium.

» J'ai pensé que des échantillons de ces cristaux, inaltérables à l'air et à la lumière, faciles à préparer par les procédés que nous avons indiqués ([1]) dans les *Comptes rendus* (t. LII, p. 983) et dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4ᵉ série, t. V, p. 120), pourraient remplacer les ampoules de Crookes pour un grand nombre des expériences que l'on exécute actuellement sur les rayons X.

» Pour m'en assurer, j'ai mis une plaque au gélatino-bromure d'argent dans une des boîtes en carton opaque que MM. Lumière emploient pour conserver leurs plaques sensibilisées; puis, sur cette plaque recouverte de papier, j'ai placé des objets métalliques ajourés, une chaîne de montre, etc.; et la boîte a été fermée avec son couvercle opaque.

» Dans ces conditions, la plaque photographique étant mise à l'abri de l'action de la lumière ordinaire, l'échantillon des cristaux de blende hexagonale était fixé à l'aide de tampons de ouate dans une boîte métallique fermée par une lame de verre que l'on appliquait sur la boîte en carton contenant la plaque photographique et les objets métalliques.

» Le Soleil ne s'étant pas montré pendant les expériences, la blende hexagonale a été rendue phosphorescente par la combustion d'un ruban de magnésium, et le tout a été conservé dans l'obscurité. La plaque, développée ensuite par les procédés ordinaires, a donné un très beau négatif avec lequel on a pu obtenir le positif très vigoureux que je place sous les yeux de l'Académie.

» Ces résultats, qui confirment l'hypothèse de notre confrère M. H. Poincaré et les expériences faites dans ces derniers temps par divers savants et notamment par notre confrère M. H. Becquerel, par M. Niewenglowski et par M. Charles Henry, donnent le moyen de remplacer au besoin par un appareil simple, facile à manier et d'une durée illimitée, les ampoules de Crookes, qui exigent l'emploi de courants électriques et d'une bobine Ruhmkorff. Ces ampoules se brisent d'ailleurs facilement, ou sont mises hors d'usage par un courant un peu prolongé ou un peu trop intense.

» Elles exigent, en outre, l'immobilité complète de l'appareil électrique et de l'objet à photographier, pendant tout le temps de la pose; ce qui en

---

([1]) M. Sidot (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 999; 1866) a préparé de beaux échantillons de blende hexagonale phosphorescente qui figurent dans les collections de plusieurs laboratoires de Chimie ou de Minéralogie.

limite les applications, en particulier pour le diagnostic chirurgical sur les êtres vivants.

» La boîte métallique contenant la blende hexagonale artificielle peut au contraire être fixée, ainsi que la plaque au gélatino-bromure d'argent, par un bandage convenable sur la main à photographier, par exemple, sans gêner le déplacement de l'ensemble du corps. »

CHIMIE. — *Sur quelques conditions qui règlent les combinaisons gazeuses. — Union de l'oxygène à l'hydrogène aux basses températures.* Note de MM. **Armand Gautier** et **H. Hélier.**

« Les lois chimiques qui régissent les combinaisons des corps sont mieux connues que les conditions qui déterminent ces combinaisons ou qui les limitent. L'étude de l'union des gaz à l'état parfait permet cependant d'aborder ce problème délicat, parce que, chez les gaz, l'homogénéité de toutes les parties et celle de leurs mélanges, leur constitution unimoléculaire, la possibilité d'entretenir leur température et leur pression constante dans tous les points, l'absence presque complète des travaux intérieurs dus à la cohésion, la mesure possible des travaux extérieurs positifs ou négatifs, etc., permettent de tenir compte d'un certain nombre de conditions définies dont la mesure est presque inabordable lorsqu'il s'agit des composés solides ou même liquides.

» En particulier, l'état gazeux se prête seul à la mesure de l'influence qu'exercent sur les actions mutuelles des corps trois conditions importantes : la pression, la température et le temps. Les combinaisons nous semblent le plus souvent instantanées, parce que la chaleur qui naît de l'action chimique elle-même élève rapidement et de plus en plus la température des autres parties du mélange et, dans un temps très court, arrive à déterminer ainsi la combinaison totale, tout au moins en dehors des phénomènes de dissociation. Au contraire, grâce à leur faible masse, les gaz peuvent être maintenus à une température sensiblement constante, même au moment où ils se combinent, ce qui permet, comme on va le voir, de suivre la loi du phénomène en fonction du temps.

» C'est en vertu de ces considérations que l'un de nous avait, il y a déjà longtemps (1869), tenté une étude préliminaire des conditions qui président aux combinaisons gazeuses. Ces essais, très sommairement annoncés

au *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XIII, p. 1, montrèrent que des mélanges d'hydrogène et d'oxygène, d'oxyde de carbone et d'oxygène, de gaz des marais et d'oxygène, de sulfure de carbone et d'oxygène, de chlore et d'hydrogène, etc., portés à une température de 350° à 500°, s'unissent lentement et sans explosion. Ces gaz étaient chauffés dans un tube de 1^m de hauteur environ, recourbé et fermé au bout supérieur, la partie inférieure plongeant dans le mercure. La branche recourbée était portée de 350° à 500°, suivant les cas, et l'on voyait le mercure monter lentement dans le tube et s'arrêter finalement à une certaine hauteur. Les quantités de composés formées étaient appréciées après refroidissement.

» Le principe de cette méthode a été adopté dans leurs recherches sur le même sujet par M. Van t'Hoff, M. V. Meyer et d'autres. Mais, fondée sur la mesure des quantités initiales invariables des mélanges gazeux et des combinaisons qui en résultent, cette méthode manque de sensibilité et même de précision. Il est difficile, en effet, de mesurer ainsi, surtout en fonction du temps, les produits qui se forment, en particulier, aux basses températures; au début du phénomène, les quantités de gaz combinées sont très petites, grâce au volume restreint du mélange gazeux de faible masse mis en expérience, et les variations très faibles de ces quantités déjà minimes elles-mêmes sont inappréciables.

» Nous avons donc renoncé à cette méthode statique pour nous adresser à la méthode dynamique ou continue dont nous allons parler ([1]). Elle est fondée sur ce principe que, quelles que soient les petites quantités de gaz qui s'unissent dans des conditions déterminées, en particulier au moment où l'on atteint la température minimum de combinaison, ces quantités, insensibles si l'on opère sur une masse limitée, deviennent aussi grandes que l'on voudra si la masse gazeuse se renouvelle tout en restant dans des conditions invariables.

» A cet effet, le mélange dont il s'agit d'étudier la combinaison circule dans un tube de porcelaine spécial ([2]), rempli de fines baguettes de

---

([1]) Quoique les préliminaires de ces recherches datent déjà de loin, l'appareil qui nous était nécessaire n'a été complété qu'en 1891, époque depuis laquelle nos expériences nouvelles ont été poursuivies sans discontinuité.

([2]) Nous avons essayé des tubes de quartz, de porcelaine, de verres divers, etc. Seules, les deux premières substances nous ont donné satisfaction. La porcelaine employée sortait de la manufacture impériale de Berlin.

même substance; tube et baguettes sont vernissés sur toutes les surfaces ([1]). Cet appareil constitue donc une sorte de faisceau de conduits semi-capillaires. Ce dispositif a pour but de porter instantanément à la température intérieure du tube le mélange gazeux qui circule, et, grâce à la masse de l'appareil et à sa capacité calorifique relative énorme, d'empêcher la température des gaz de s'élever, même lorsque leur combinaison s'effectue ([2]). Après avoir circulé un temps connu dans le tube de chauffe, mélangés et brassés avec les produits mêmes de leur combinaison, les gaz passent à travers les appareils qui recueillent les corps formés. S'il s'agit de l'union de l'hydrogène à l'oxygène, les gaz, entrés parfaitement secs, sont reçus à leur sortie dans des tubes à ponce phosphorique, qui les dessèchent de nouveau complètement. On comprend que par cette méthode, et pourvu que le passage des gaz soit suffisamment continué, on puisse constater la production des moindres quantités d'eau.

» Les mélanges de gaz à combiner étaient au préalable mesurés, avec toutes les précautions classiques, par le volume qui s'en écoulait d'un gazomètre jaugé avec soin. Le rapport $\frac{m}{M}100$, où m représente le poids d'eau formée et M la masse du mélange soumis au chauffage, donne la proportion centésimale de la combinaison.

» Les températures de l'intérieur du tube de chauffe étaient déterminées grâce à un pyromètre Le Chatelier gradué avec soin. Il nous permettait d'apprécier une différence de 2°.

» Quant à l'évaluation qui était nécessaire, ainsi qu'on va le voir, des minimes quantités de gaz qui se combinent dans des temps successifs relativement très courts, nous l'avons obtenue de la façon suivante :

» Si v représente le volume libre de la chambre de combustion, et V le volume occupé, sous la pression atmosphérique du jour et à la température de la salle, par la masse M du mélange gazeux total calculé sec, enfin si T représente la durée du passage de la totalité du mélange dans le tube de

---

([1]) Ce tube est hermétiquement fermé aux deux bouts par des ajutages en platine munis de tubes manométriques. Il est chauffé, sur les deux tiers de sa longueur environ, dans un fourneau à température constante, ou presque constante, que nous décrirons plus tard.

([2]) Ce n'est que vers 820° à 830° lorsque la combinaison se fait sur la presque totalité du gaz tonnant, que l'introduction rapide de ce gaz élève la température du pyromètre de 3° à 4°.

chauffe, le temps de chauffe t est donné avec une approximation suffisante par la relation

$$\frac{v}{V} = \frac{t}{T}, \qquad \text{d'où} \qquad t = \frac{v}{V}T.$$

» Il suit de là que si l'on rend la masse du gaz, et par conséquent V très grand par rapport au temps T, le temps de chauffe t sera très court, puisque v reste constant; on pourra donc apprécier aussi exactement qu'on le voudra ces temps t durant lesquels chaque particule de gaz circule dans le tube de chauffe. Comme, d'autre part, on peut peser avec précision les moindres quantités d'eau qui se forment, pourvu que la masse qui passe soit suffisante, on conçoit que l'on puisse mesurer successivement et très exactement les traces d'eau formées dans des temps de chauffe qui diffèrent entre eux même d'une fraction de seconde.

» C'est par cette méthode que nous avons abordé la question très délicate de savoir si les combinaisons gazeuses sont limitées pour chaque température. Sans nous étendre ici sur l'importance de cette considération et sur les raisons théoriques qui peuvent faire admettre que, même en dehors de tout phénomène apparent de dissociation, les combinaisons des corps sont enrayées par la présence même des produits qui se forment, nous nous bornons à donner ici les résultats que nous avons obtenus.

» Nous nous sommes d'abord assurés, grâce à la sensibilité extrême de notre instrument, que la combinaison de l'hydrogène à l'oxygène, mélangés en proportions normales (H = 2 vol.; O = 1 vol.), *est déjà sensible à* 180° et qu'elle commence à être mesurable vers 200°. Nous avons pu poursuivre ces déterminations et ces mesures jusqu'à la température de 840°. Ce n'est qu'à 840°, en effet, que nous avons eu des explosions. Cette température, supérieure de 300° à la température d'explosion du gaz tonnant donnée par MM. Mallard et Le Chatelier, montre combien notre dispositif expérimental, en présentant aux gaz une surface considérable entretenue à température constante, s'oppose efficacement aux échauffements résultant de la combinaison même, et permet de déterminer les vraies proportions d'hydrogène et d'oxygène qui s'unissent aux diverses températures ainsi maintenues fixes.

» Vers 300°-310° les quantités de gaz tonnant qui se combinent sont de 3,8 pour 100 environ. Le phénomène se présente donc dans des conditions de mesure très pratiques, conditions que nous avons choisies pour étudier le problème fondamental de l'existence d'une limite à la combi-

naison. Voici, pour la température de 300°-310°, ce que nous avons observé :

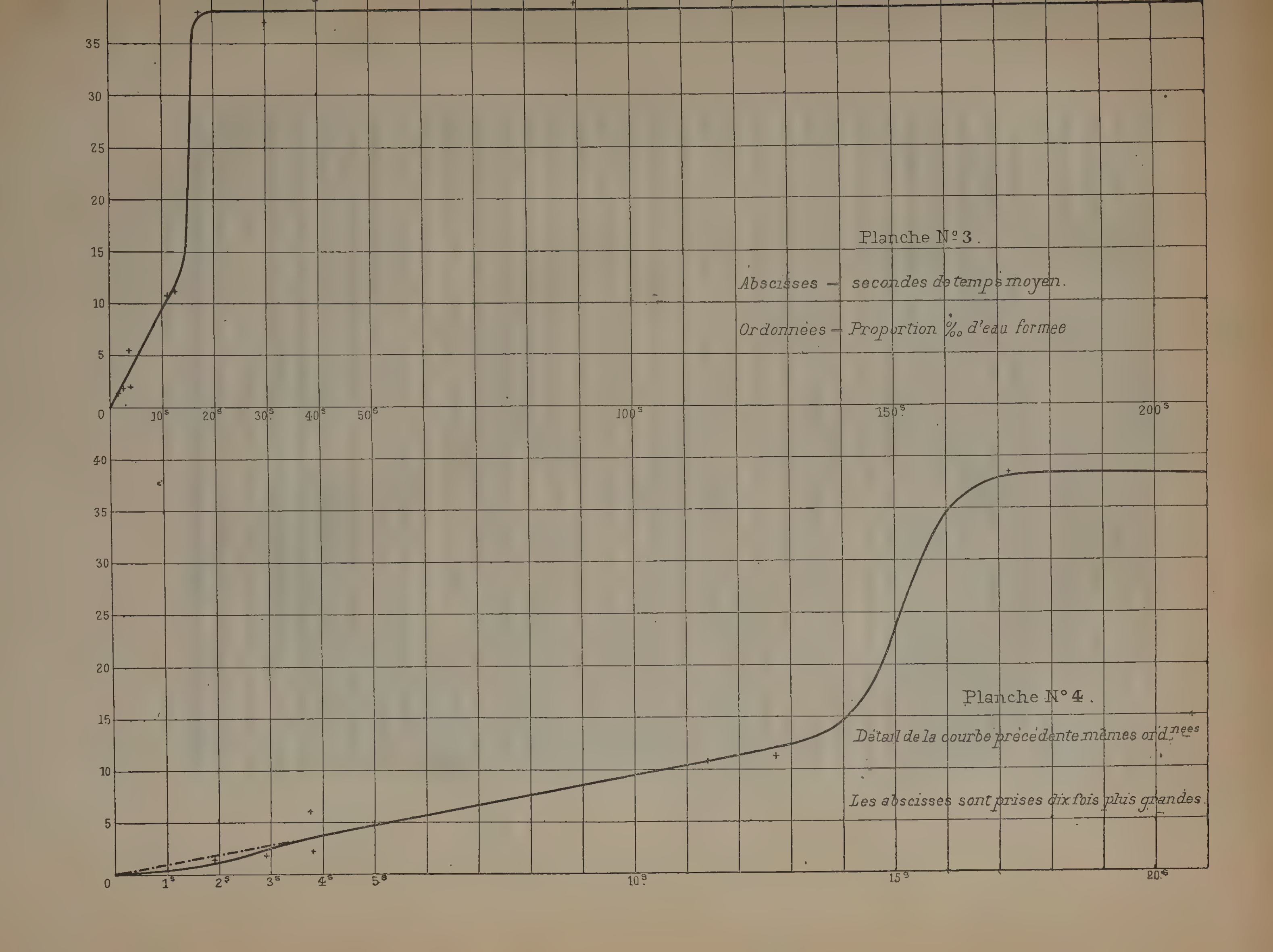
Températures de l'expérience.	Masse de gaz tonnant passée dans l'appareil.	Masse d'eau formée.	Proportion d'eau formée pour 1000 du mélange.	Temps de chauffe en secondes.
°	gr	gr		"
304	10,4262	0,0153	1,4	1,9
288	7,8216	0,0143	1,8	2,9
302	22,0365	0,0999	4,04	3,77
310	2,9445	0,0319	10,8	11,4
310	2,1365	0,0239	11,2	12,7
310	2,4989	0,0957	38,0	17,2
310	1,6264	0,0587	36,0	30,0
312	1,8322	0,0718	39,2	40,3
305	0,8473	0,0330	38,9	89,5
298	0,6731	0,0249	37,0	187,4

» Le phénomène continu est représenté d'une façon très frappante par les deux courbes n° 3 et n° 4 (p. 571), dressées en prenant comme ordonnées les quantités qui se combinent pour 1000 de mélange, et comme abscisses les temps exprimés en secondes. La courbe 4 est la reproduction de la courbe 3, dans laquelle les abscisses ont été multipliées par 10 pour rendre plus sensibles les phénomènes du début de la combinaison.

» A l'inspection de ces nombres et de ces courbes, on voit que, pour le mélange gazeux normal $H^2 + O$ porté à 300° environ, les quantités centésimales de gaz qui s'unissent par seconde sont à peu près proportionnelles aux temps jusqu'à la treizième seconde de chauffe. A partir de la treizième et jusqu'à la dix-septième, la combinaison croît brusquement et atteint un maximum de 38 millièmes, qui ne paraît plus augmenter, quel que soit le temps de chauffe. Il semble donc que, dans ces conditions de température et de milieu, conditions où la dissociation classique de la vapeur d'eau ne peut être invoquée [1], une *limite de combinaison* soit atteinte, ou que du moins la présence du produit de la combinaison réfrène dans une mesure très considérable la vitesse de la réaction. Nous avons des raisons de croire que la même règle doit être appliquée aux autres températures et à d'autres gaz.

---

[1] D'après H. Sainte-Claire-Deville, la dissociation de l'eau est encore insensible à 1000°.


Planche N° 3.
Abscisses = secondes de temps moyen.
Ordonnées = Proportion ‰ d'eau formée
Planche N° 4.
Détail de la courbe précédente mêmes ord.nées
Les abscisses sont prises dix fois plus grandes.
0
5
10
15
20
25
30
35
40
10s
20s
30s
40s
50s
100s
150s
200s
1s
2s
3s
4s
5s
10s
15s
20s

» Ce résultat est trop important pour que nous n'ayons pas essayé de le vérifier par une autre méthode : celle précisément que M. Van t'Hoff, M. Victor Meyer et nous-mêmes avions déjà employée à un autre point de vue, celui de la mesure des quantités qui se combinent à chaque température.

» Dans des ampoules de verre, de cristal, etc., de 250^{cc} environ de capacité, préalablement desséchées [1], terminées par une tubulure semi-capillaire et placées dans la glace fondante, on introduisait le mélange tonnant complètement sec et, après avoir fermé l'ampoule à la lampe avec des précautions spéciales, on la portait dans une enceinte à température *à peu près constante* où elle était chauffée durant plusieurs heures. L'appareil était ensuite replacé dans la glace fondante, lié par sa tubulure à un réservoir à mercure à niveau constant et, la pointe cassée, on laissait entrer le mercure sans pression. Il remplaçait le volume de gaz transformé en eau et permettait, par le poids du métal, de mesurer exactement, en tenant compte de la variation des pressions barométriques, les proportions de gaz combinées.

» Dans ces nouvelles expériences, faites à 420°-430°, on a trouvé des quantités de gaz combinées très variables et sans relations apparentes avec les temps de chauffe. On a constaté que, dans le verre, la combinaison finissait par être totale; que, dans le cristal, elle paraissait être limitée. Mais on doit observer que, dans le verre, l'eau formée est toujours alcaline, même après lavage et chauffage des ampoules avec le gaz chlorhydrique, sec ou non, à 400°. Cette alcalinité indique une combinaison de la matière du tube avec l'eau qui se forme, combinaison qui paraît s'opposer à la limitation. Quand on chauffe plusieurs fois des quantités successives de mélange tonnant gazeux dans une même ampoule, les combinaisons se font de plus en plus faiblement, comme l'avait déjà indiqué M. Van t'Hoff.

» Dans le cristal, une limite paraît pouvoir être atteinte; mais on constate que le mélange d'hydrogène et d'oxygène réduit le silicate plombique et qu'il se fait, à la surface interne, une légère couche de plomb métallique. Après soixante-dix-huit heures de chauffe, on a trouvé, dans le résidu gazeux primitivement en proportions normales, $H = 59^{cc},4$ et $O = 40^{cc},6$ pour 100. Ce gaz s'était donc appauvri en hydrogène substitué au plomb;

---

(1) On sait que la dessiccation du verre est presque impossible. Nous séchions nos ampoules à 120° en y faisant plusieurs fois le vide et laissant rentrer les gaz secs.

mais il contenait encore, après soixante-dix-huit heures, un tiers environ de mélange explosif non combiné.

» Dans des tubes de verre argentés intérieurement, il se fait une combinaison totale. Ici encore, il y a une réaction secondaire; l'argent s'unit au verre vers 450° à 480° et disparaît en formant un silicate triple.

» Ces variations dans les combinaisons gazeuses observées dans le verre sont donc corrélatives d'actions chimiques secondaires lentement produites grâce à l'enveloppe qui agit sur les gaz et sur l'eau qui se forme.

» Dans une prochaine Note, nous ferons connaître l'influence des températures et des proportions des composants sur les combinaisons. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbures d'yttrium et de thorium.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Étard**.

« *Préparation de l'yttria.* — Un certain nombre de minéraux tels que la gadolinite, l'euxénite, la monazite, contiennent les terres rares du groupe de l'yttria. La méthode habituelle de traitement de ces terres rares consiste à attaquer le minéral pulvérisé par l'acide sulfurique, et à précipiter les oxydes par l'acide oxalique. Les oxalates sont lavés, puis grillés à 400° et attaqués cette fois par l'acide sulfurique étendu. La solution limpide est saturée de sulfate de potassium en cristaux. On sait que les sulfates doubles du groupe du cérium (lanthane, didyme) sont insolubles dans une solution de sulfate de potassium, tandis que les sulfates doubles du groupe de l'yttria, tels que l'erbium, l'holmium, etc., restent dans le liquide.

» Quand ces solutions sulfatées ne présentent plus les bandes caractéristiques du néodyme et du praséodyme (ancien didyme), on peut être assuré que le cérium et le lanthane sont entièrement précipités. Les eaux-mères sont alors reprises par l'acide oxalique, et l'on obtient, sous forme d'oxalates, la totalité des terres rares du groupe de l'yttria contenant l'erbium, l'holmium, le thulium, etc.

» Il s'agit de séparer l'yttria des autres oxydes et sur ce point nous proposons la méthode suivante : Ce mélange complexe des terres de l'yttria est neutralisé par l'acide sulfurique; puis, on le précipite par du chromate neutre de potassium en fractionnant le précipité. Comme nous avons eu soin de n'ajouter qu'une petite quantité de chromate alcalin, environ le dixième de la quantité nécessaire, il se produit tout d'abord un chromate basique des terres rares, dans lequel prédominent l'erbium, l'holmium, le

thulium et autres corps simples. Comme le précipité est basique, la solution devient riche en chromate acide, et prend une couleur d'un beau rouge. Le précipité, qui s'est produit dans ces conditions, ne tarde pas à cristalliser. On le sépare, on le lave avec facilité, et on le réduit en milieu acide par l'alcool, pour obtenir d'abord l'oxalate et enfin, par calcination, l'oxyde.

» Les eaux-mères de couleur rouge sont traitées par un nouveau dixième de chromate de potassium et additionnées en même temps d'une quantité d'ammoniaque suffisante pour ramener la neutralité, ce que l'on reconnaît à la coloration jaune de la liqueur. Un nouveau dépôt d'abord floconneux, mais bientôt cristallin, se produit. En continuant méthodiquement cette opération, la dixième précipitation est le plus souvent du chromate basique d'yttria. La terre rare séparée ne fournit plus de bandes d'absorption, et son poids atomique est de 89.

» S'il en est besoin, on peut reprendre ces fractions en série par la même méthode, et, avec de la patience, on obtient aisément des centaines de grammes d'yttria, exempte des bandes d'absorption du néodyme, du praséodyme, de l'erbium, de l'holmium, du thulium et du samarium.

» Ce procédé, plus rapide que ceux qui ont été indiqués jusqu'ici, nous a fourni l'yttria employée dans ces recherches.

» *Préparation du carbure.* — L'yttria en poudre très fine est mélangée intimement avec du charbon de sucre, puis additionnée d'une petite quantité d'essence de térébenthine, de façon à former une pâte épaisse. Le tout est fortement comprimé, puis les fragments sont calcinés au four Perrot.

» Ce mélange est chauffé au four électrique dans un cylindre de charbon, fermé à l'une de ses extrémités. La réduction de l'yttria par le charbon se produit à une température plus élevée que celle de l'oxyde de cérium. Avec 900 ampères et 50 volts, il est nécessaire de chauffer cinq à six minutes. Pendant la réduction, il se dégage des vapeurs métalliques abondantes, qui brûlent à l'orifice du tube avec une flamme blanche teintée de pourpre. L'yttrium et le cérium fournissent des vapeurs métalliques dans les mêmes conditions à peu près que les métaux alcalino-terreux.

» *Propriétés.* — Le carbure d'yttrium C^2y se présente en lingots bien fondus, friables et présentant une cassure très nette. Au microscope, on y distingue nettement des cristaux jaunes, transparents, mélangés de graphite.

» La densité du carbure d'yttrium, prise dans la benzine à $+18°$, est de 4,13.

» Avant nous, M. Petterson, qui a préparé ce nouveau composé en petite quantité au four électrique, a indiqué comme densité 4,18.

» M. Petterson s'étant attaché surtout à déterminer la composition de ces carbures, nous indiquerons quelques propriétés nouvelles du carbure d'yttrium.

» Le fluor l'attaque à froid. Il brûle dans le chlore au-dessous du rouge sombre, en produisant une vive incandescence. La réaction est identique dans la vapeur de brome. Le carbure d'yttrium brûle de même avec la plus grande facilité dans la vapeur d'iode, en produisant un iodure stable.

» Il brûle dans l'oxygène, dans la vapeur de soufre et dans celle du sélénium.

» Les acides concentrés l'attaquent difficilement. L'acide sulfurique, à froid, ne produit aucun dégagement gazeux, tandis qu'à chaud il donne de l'acide sulfureux.

» L'eau le décompose à froid, en donnant un oxyde hydraté blanc et un mélange de carbures d'hydrogène dans les proportions suivantes :

	I.	II.
Acétylène	71,7	71,8
Méthane	19,0	18,8
Éthylène	4,8	4,45
Hydrogène	4,5	4,95

» Les rapports des différents carbures sont donc assez voisins de ceux fournis par le carbure de cérium.

» L'acétylène y prédomine et l'hydrogène s'y rencontre en petite quantité.

» *Analyse.* — La méthode analytique employée dans ces recherches a été décrite précédemment à propos du carbure de cérium; elle nous a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	Théorie pour C^2Y.
Yttrium	78,5	78,72	78,76
Carbone	21,4	21,55	21,23

» *Préparation de l'oxyde de thorium.* — L'oxyde de thorium se retire de la thorite ou de sa variété la plus riche, l'orangite. Ces minéraux sont des silicates hydratés de thorium, renfermant du fer, de la chaux, les terres rares du groupe du cérium (lanthane, didyme) et celle du groupe de l'yttrium (erbium, etc.).

» Le minerai pulvérisé est traité par l'acide chlorhydrique bouillant. La

solution des chlorures métalliques est précipitée ensuite par l'acide oxalique; la thorine et les terres rares se déposent dans la solution acide. On les lave pour entraîner le fer, le calcium et le magnésium. Le mélange de ces oxalates est traité par une solution saturée d'oxalate d'ammoniaque qui possède la propriété bien connue de dissoudre l'oxalate de thorium sans toucher aux terres rares proprement dites. Le liquide filtré, puis traité par l'acide azotique, laisse déposer l'oxalate de thorium. On répète cette dissolution et cette précipitation jusqu'à ce que la terre soit absolument pure.

» Cet oxyde de thorium, mis en solution à 20 pour 100 d'oxyde, ne présente, au spectroscope, aucune bande d'absorption, sur une longueur de 20^{cm}. Il est absolument blanc; son poids atomique est de 232. Enfin, disposé sur une mèche incandescente, il ne fournit qu'une lumière blafarde, sans éclat et de couleur lilas. On sait aujourd'hui que c'est la réaction la plus sensible de la thorine pure.

» *Préparation du carbure*. — Nous rappellerons tout d'abord que M. Troost [1] a obtenu au four électrique une fonte de thorium dont la composition se rapproche de la formule C^2Th. Cette fonte avait la propriété de s'altérer au contact de l'air humide en foisonnant.

» Pour obtenir le carbure cristallisé, nous avons chauffé au four électrique un mélange de 72^{gr} de thorine et de 6^{gr} de charbon, aggloméré en petits cylindres, ainsi que nous l'avons indiqué pour l'yttria. Avec un courant de 900 ampères et 50 volts, la réduction s'accomplit en quatre minutes.

» *Propriétés*. — Le carbure de thorium pur C^2Th se présente sous forme d'une matière homogène, bien fondue, à cassure cristalline et se clivant avec facilité. Examiné au microscope, il est formé de petits cristaux jaunes, transparents, mélangés de quelques lamelles de graphite.

» La densité du carbure de thorium à $+18°$ est de 8,96.

» L'action des hydracides sur ce composé est semblable à celle qu'ils exercent sur le carbure d'yttrium.

» Légèrement chauffé, le carbure de thorium brûle dans l'oxygène avec un éclat éblouissant. Chauffé dans la vapeur de soufre, il fournit encore une très belle incandescence et laisse un sulfure de couleur foncée attaquable par l'acide chlorhydrique, ce qui différencie ce composé du sulfure signalé par Chydénius.

---

(1) Troost, *Sur la préparation du zirconium et du thorium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1227).

» Dans la vapeur de sélénium, incandescence très vive au-dessous du rouge, et formation d'un séléniure attaquable par l'acide chlorhydrique étendu avec dégagement d'hydrogène sélénié.

» L'acide chlorhydrique gazeux attaque le carbure de thorium au rouge sombre avec incandescence et formation d'un chlorure paraissant peu volatil.

» Avec l'hydrogène sulfuré au rouge, la décomposition est lente et sans incandescence.

» Chauffé dans le gaz ammoniac au rouge sombre, le carbure de thorium dégage de l'hydrogène et le résidu, repris par la potasse fondue, produit des vapeurs ammoniacales. Il s'est donc produit un azoture de thorium.

» Les acides concentrés ont peu d'action sur ce composé, tandis que les acides étendus l'attaquent avec rapidité.

» La potasse, le chlorate et l'azotate de potassium en fusion décomposent ce carbure avec incandescence.

» Le carbure de thorium, projeté dans l'eau froide, se décompose avec facilité en fournissant un mélange gazeux qui nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

	I.	II.
Acétylène	47,05	48,44
Méthane	31,06	27,69
Éthylène	5,88	5,64
Hydrogène	16,01	18,23

» Nous avons constaté, de plus, la formation d'hydrocarbures liquides et solides en petite quantité.

» *Analyse.* — Nous avons obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie pour C^2Th.
Thorium	89,70	89,53	90,62
Carbone	10,30	10,47	9,37

» En résumé, l'yttria, ainsi que M. Pettersson l'a indiqué, fournit un carbure de formule C^2Y. Ce carbure peut être obtenu en cristaux transparents, décomposables par l'eau froide, avec formation d'un mélange gazeux riche en acétylène, contenant du méthane, de l'éthylène et une petite quantité d'hydrogène. Le thorium donne, de même, un carbure cristallisé et transparent de formule C^2Th qui, en présence de l'eau, produit aussi des carbures gazeux renfermant moins d'acétylène et plus d'hydrogène libre. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Aberration et régression des lymphatiques en voie de développement.* Note de M. **L. Ranvier**.

« Dans une précédente Communication sur le développement des vaisseaux lymphatiques des mammifères, j'ai négligé avec intention tous les faits accessoires ou qui me paraissaient tels, afin de dégager la question et de la présenter dans sa plus grande simplicité. On y a vu que les troncs lymphatiques se développent par bourgeonnement. Les bourgeons de ces vaisseaux, constitués d'abord par un amas de cellules endothéliales embryonnaires, se canalisent ensuite et deviennent finalement autant de segments intervalvulaires. Les valvules des troncs lymphatiques s'établissent d'emblée et leur orientation invariable est la conséquence de leur mode de développement.

» Les capillaires lymphatiques se forment par des bourgeons analogues; seulement ces bourgeons sont creux dès l'origine et c'est de leur simple extension que semble résulter l'accroissement des capillaires et l'édification de leurs anastomoses.

» C'est un fait bien curieux que l'affinité des lymphatiques des uns pour les autres et leur aversion pour les vaisseaux sanguins quels qu'ils soient. Jamais, en effet, les lymphatiques ne communiquent avec les vaisseaux sanguins.

» La végétation des lymphatiques au moment de leur formation est extrêmement active. Elle dépasse souvent le but à atteindre. Il se produit même des lymphatiques dans des organes où l'on ne saurait en saisir la signification fonctionnelle, le grand épiploon par exemple. C'est là une aberration qui est suivie de régression. Voici les faits :

» Dans le grand épiploon du chat nouveau-né, fixé par l'acide picrique et coloré par l'hématoxyline et l'éosine, on observe sans difficulté un grand nombre de lymphatiques qui se terminent par des culs-de-sac. Ces lymphatiques suivent les travées vasculaires et cheminent à côté des artères et des veines. Quelques-uns d'entre eux s'avancent cependant dans les parties les plus minces et les plus transparentes de la membrane. Chez le chat adulte et même lorsque l'animal a atteint seulement l'âge de trois mois, le grand épiploon s'étant réticulé, on n'y trouve plus de lymphatiques. Ils paraissent avoir disparu par régression. On reconnaît déjà des traces de celle-ci chez le chat nouveau-né. En effet, les lymphatiques y re-

vêtent des formes qui ne cadrent pas du tout avec ce que nous savons aujourd'hui du développement de ces vaisseaux.

» Parmi ces formes, je signalerai d'abord des vésicules allongées, complètement closes, présentant parfois une extrémité effilée. Ces vésicules paraissent correspondre à des portions du système lymphatique, isolées par suite de l'atrophie de parties intermédiaires.

» La seconde forme sur laquelle je désire attirer l'attention est fort singulière : un cul-de-sac est rempli d'une lymphe transparente dans laquelle nagent quelques leucocytes, et cette lymphe y est maintenue, ou plutôt retenue, par une paire de valvules dont le jeu est renversé. Il m'est encore impossible d'expliquer cette aberration vraiment bien extraordinaire.

» Une troisième disposition des lymphatiques paraît être le résultat du tassement. Terminés aussi par des culs-de-sac, ils sont repliés et glomérulés à la manière des glandes sudoripares.

» M. J. Renaut a figuré, dans son *Traité d'Histologie pratique*, les lymphatiques du grand épiploon d'un jeune lapin, terminés par des culs-de-sac. Ces culs-de-sac ne correspondent pas à des lymphatiques en voie de développement, mais bien plutôt à des lymphatiques arrivés au terme de leur évolution ou en état de régression.

» Je conserve depuis près de vingt ans les préparations du grand épiploon du chat nouveau-né dont j'ai parlé tout d'abord. Il m'a été impossible de saisir la signification morphologique des lymphatiques qu'elle renferme, tant que je n'ai pas connu les chylifères des embryons de porc (voir ma Note précédente, *Comptes rendus*; 1895).

» Chez ces embryons, à côté des formes que j'ai décrites et que j'ai considérées comme normales, on en rencontre d'autres qui me semblent être des phénomènes d'aberration ou de régression.

» En premier lieu, j'ai trouvé dans le mésentère d'un embryon de 14^{cm} une vésicule lymphatique, à peu près sphérique et tapissée intérieurement de cellules endothéliales.

» Chez un embryon de 18^{cm}, j'ai observé une vésicule semblable, reliée par un pédicule canaliculé à un segment intervalvulaire complètement formé. Chez le même embryon, un lymphatique se termine à la partie moyenne du mésentère par un cul-de-sac arrondi et au delà dans sa direction se voit une vésicule lymphatique, complètement isolée et dont les cellules endothéliales sont en régression.

» Parmi les différents faits que j'ai pu observer, ceux que je viens de décrire sont les plus significatifs. Sans doute, il serait préférable de voir les

phénomènes se dérouler sous les yeux; mais les questions d'histogénèse qui comportent les preuves de ce genre sont encore extrêmement rares.

» En terminant, qu'il me soit permis de faire remarquer que les vésicules lymphatiques, qui ne sont autre chose que de petits kystes, pourraient bien devenir le point de départ de tumeurs kystiques plus volumineuses. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la nature et la pathogénie des malformations de la hanche (luxations congénitales des auteurs)*. Note de M. LANNELONGUE.

« Les auteurs appellent *luxations congénitales de la hanche* toutes les malformations de cette région du corps. C'est là une erreur qu'il importe de dissiper dès l'abord. Beaucoup de déformations congénitales de la jointure de la hanche ne sont pas caractérisées par un déplacement temporaire ou permanent de la tête fémorale sur l'os du bassin et, par conséquent, il n'y a pas, il n'y aura jamais de luxation. Dans d'autres circonstances au contraire, l'anomalie congénitale consiste dans un rapport anormal de la tête fémorale avec le cotyle, il y a véritablement déplacement, c'est-à-dire luxation. Ce déplacement est congénital ou tardif suivant qu'il se montre à la naissance ou après la marche. Il est dans les deux cas le résultat d'une atrophie de la cavité cotyloïde et la diminution de volume de cette cavité peut aller jusqu'à sa disparition totale. Ainsi s'explique la luxation qui, en somme, n'est qu'un accident de la malformation.

» Ces considérations expliquent en partie du moins pourquoi l'histoire de ces malformations au point de vue pathogénique est environnée de la plus entière obscurité.

» C'est qu'en effet, dans la plupart des théories, on n'a envisagé que la luxation, fait saillant et apparent en clinique, et on a laissé dans l'ombre la malformation, qui est le fait primordial et essentiel en réalité. Cette malformation consiste, primitivement, dans une atrophie osseuse non seulement de la cavité cotyloïde dont le développement ne marche plus parallèlement à celui de la tête fémorale, mais aussi de la moitié de l'os iliaque du même côté. Les altérations osseuses initiales, et je ne parle que de celles-là (la luxation n'en étant elle-même qu'une conséquence immédiate ou plus tardive), comprennent donc autre chose que l'articulation, puisqu'elles la dépassent pour s'étendre à une partie de l'os iliaque. Mais ce n'est là qu'un premier point : il en est un autre qui a plus de portée encore.

» On avait signalé comme complication et sans y ajouter d'importance, l'atrophie musculaire des muscles pelvi-trochantériens. L'observation était exacte, mais très incomplète.

» L'atrophie musculaire n'atteint pas seulement les muscles précédents, elle frappe aussi les muscles de la cuisse, de la jambe, et l'on en juge très bien en comparant le volume de chaque mollet, les muscles de tout le membre inférieur, pour tout dire. Et cette atrophie n'est pas une complication, ni un accident, elle se voit dans tous les cas, elle constitue *une loi constante dans l'espèce.* On l'observe non seulement chez les sujets qui ont marché, mais avant la marche, et c'est même en ayant l'attention appelée sur elle chez des sujets n'ayant pas marché, que j'ai été amené souvent à explorer la hanche et à y découvrir une malformation que rien n'indiquait encore. Il va de soi que pour apprécier en clinique l'atrophie des muscles, il faut que la malformation soit unilatérale : sans cela le terme de comparaison échappe, puisque l'atrophie est bilatérale.

» J'ai eu l'occasion de faire l'examen histologique des muscles atrophiés chez un nouveau-né à terme, atteint de malformation unilatérale, et nous avons constaté avec M. Achard, que les fibrilles musculaires étaient intactes et que le tissu conjonctif interstitiel était lui aussi normal. Une seule chose était anormale, c'était le nombre des fibrilles musculaires; il y avait à la fois moins de fibres et moins de faisceaux musculaires. L'examen avec le côté sain était concluant et la diminution se faisait remarquer aussi bien sur les muscles du mollet que sur les muscles de la cuisse et de la fesse. En somme il n'y avait aucune dégénérescence des muscles plus ou moins comparable à celle de la paralysie infantile; le nombre des fibrilles était seul réduit. Une certaine quantité d'entre elles ne s'étaient pas formées, ce qui revient à dire qu'il y avait une atrophie vraie par défaut de formation et non par dégénérescence. Cette atrophie musculaire était du même ordre que l'atrophie du cotyle et de l'os iliaque.

» On ne trouva aucune altération du cartilage en Y, ni du cartilage permanent; le microscope révéla seulement une atrophie osseuse en rapport avec la diminution de capacité du cotyle. On peut lire tous les détails de ce fait dans ma Communication au Congrès de Bordeaux, août 1895.

» L'atrophie musculaire de tous les muscles du membre inférieur ne saurait dépendre en aucune manière chez les sujets qui n'ont pas marché, de l'atrophie de la jointure. Elle est comme elle une lésion initiale et plus ou moins contemporaine de l'atrophie osseuse, et toutes les deux, à mon sens doivent relever d'une cause commune. Je ne crois pas devoir donner

ici, comme je l'ai fait à Bordeaux, les raisons qui m'ont fait rejeter, après discussion, les théories admises et accepter l'hypothèse que cette cause ne devait pas être placée dans le membre inférieur ou dans les deux membres, lorsque la déformation est bilatérale, mais bien dans le système nerveux central. J'émis alors l'opinion que la moelle épinière principalement, l'encéphale aussi parfois devaient être le siège d'une altération qui à son tour amenait l'atrophie des membres. Je crus alors pouvoir dire que cette altération devait être minime, temporaire peut-être, mais suffisante en tout cas pour amener le résultat précédent. J'attribuai principalement à une hydropisie des méninges de l'encéphale ou de la moelle à des épanchements séreux de l'épendyme dus à l'irritation des cellules de ce canal, à des infiltrations médullaires ou à des altérations plus considérables des centres nerveux la cause du trouble de développement.

» L'observation clinique et le raisonnement étaient mes seuls guides pour justifier mon hypothèse alors. Je suis heureux de pouvoir les appuyer aujourd'hui d'une preuve décisive. Il s'agit d'une petite fille de 9 ans atteinte de luxation congénitale double, variété en haut et en arrière, n'ayant marché qu'à 2 ans et demi et qui a succombé il y a douze jours. Je transcris textuellement la Note de M. Baudet, l'interne qui a fait l'autopsie.

» La moelle, à première vue, ne présente aucune altération, mais le renflement cervico-brachial est plus volumineux qu'il ne l'est ordinairement; il est beaucoup plus gros qu'un pouce d'adulte et est très supérieur au renflement lombaire qui nous paraît, au contraire, un peu rapetissé. A la coupe du renflement cervico-branchial, il s'échappe une certaine quantité de liquide citrin, à tension assez élevée, puisqu'il nous éclabousse et se répand immédiatement en dehors. Nous n'avons pu le recueillir. Le canal épendymaire, qui dans cette région est ovalaire transversalement, paraît losangique avec angles latéraux très écartés; la paroi qui le borde est épaissie et tranche sur le reste de la moelle. Les cordons sont diminués de volume, mais la substance grise est conservée dans les cornes antérieures et postérieures. »

» La théorie précédente n'explique pas la beaucoup plus grande fréquence de la malformation de la hanche chez les enfants du sexe féminin. Jusqu'ici on n'a pu donner qu'un argument sérieux que j'accepte, faute de mieux, celui de l'hérédité. Le fait ne saurait en aucune manière, d'ailleurs, diminuer la valeur des explications en faveur d'une cause première ayant son siège dans le système nerveux central. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de l'exanthème vaccinal sur les localisations microbiennes (infection concomitante et infection secondaire).* Note de M. S. Arloing.

« J'ai tenté plusieurs fois, comme beaucoup de bactériologistes, de cultiver l'agent virulent de la vaccine en milieu artificiel. Je me hâte de dire que ces tentatives n'ont pas réussi, en ce sens que je n'ai pas atteint le but visé; toutefois, elles m'ont permis d'observer un fait digne d'être mentionné au point de vue de la genèse des lésions polymicrobiennes.

» Je dirai d'abord que, pour avoir des chances de cultiver une semence pure, je n'ai pas voulu la puiser dans les pustules provoquées par l'inoculation à la lancette d'un vaccin même épuré par un certain vieillissement, estimant qu'on peut toujours introduire quelques germes étrangers avec la lancette; j'ai tenu à la prendre dans les pustules d'un exanthème vaccinal surgissant loin du point où le virus a été introduit dans l'organisme.

» L'idéal eût été d'emprunter la semence aux pustules non encore ouvertes d'une vaccine spontanée. Mais comme celle-ci est très rare, si tant est qu'elle puisse naître sans inoculation à travers l'épiderme, j'ai dû me rabattre sur le horse-pox ou vaccine primitive. Et encore, comme les cas de horse-pox naturels ne s'offrent pas toujours à l'heure propice pour donner de la lymphe vaccinale pure, je me suis décidé à provoquer l'exanthème expérimentalement.

» En cette occurrence, j'ai utilisé l'aptitude du jeune poulain à contracter une vaccine généralisée après l'introduction du vaccin dans le sang, aptitude bien mise en évidence par M. Chauveau à la suite de ses travaux sur *Vaccine et variole*. Le vaccin, dont je me suis servi pour faire des injections intra-veineuses, était du vaccin de génisse mis obligeamment à ma disposition par le service vaccinogène de la ville de Lyon.

» Ces conditions préalables subordonnaient mes observations à des occasions propices et me condamnaient à marcher avec lenteur; aussi le début de mes recherches remonte-t-il déjà à plusieurs années.

» J'ai donc puisé la semence dans des pustules non ouvertes de horse-pox spontané ou d'exanthème vaccinal provoqué. La peau où siégeaient ces pustules était rasée au besoin, et, dans tous les cas, minutieusement lavée avec une solution de sublimé corrosif, puis avec de l'eau stérilisée. Les pustules étaient ensuite excisées à l'aide d'excellents ciseaux courbes par-

faitement stérilisés. Enfin, j'enlevais à leur face profonde des fragments de derme que je déposais dans du bouillon glycériné. Ces fragments étaient parfois réduits en pulpe sur place avant d'être portés dans les milieux nutritifs. Toujours, j'eus grand soin de ne rien emprunter à la portion épidermique des pustules, vu qu'elle peut recéler des microbes venant de l'extérieur.

» Quelques ballons ensemencés de cette manière restèrent stériles, les autres se peuplèrent d'un microcoque que j'ai propagé à travers plusieurs générations.

» Malheureusement, ce microcoque partageait seulement l'habitat du virus vaccin. Inoculé au cheval ou à la génisse par piqûres épidermiques, il produisit non des pustules, mais simplement de minimes papules offrant à leur sommet un peu de sérosité desséchée. Bien plus, injecté en grande quantité dans le tissu conjonctif sous-cutané de la génisse, il ne conféra pas l'immunité contre l'inoculation du vaccin à la lancette.

» J'ai été vivement frappé de la pureté des cultures fécondes et de l'identité du microbe qui les peuplait, que la semence ait été prise sur des sujets différents ou dans plusieurs pustules d'un même sujet.

» Ce microcoque, commensal du virus vaccin, existait-il dans l'organisme contaminé ou a-t-il été introduit au moment de l'inoculation intraveineuse? Je l'ignore, mais qu'il ait préexisté ou non dans l'organisme, toujours est-il qu'il s'est porté vers l'extérieur avec le virus vaccin.

» Puisqu'il est incapable de produire une pustule, il est impossible de lui attribuer la genèse de l'exanthème vaccinal, où je l'ai puisé. Par conséquent, sa migration vers le derme et sa fixation dans les pustules sont liées à l'éruption, sans laquelle le microcoque serait probablement allé périr inaperçu dans les réseaux capillaires ou dans les parenchymes.

» Il s'agit donc d'un remarquable exemple d'*infection secondaire vraie*, auquel conviendrait davantage la désignation d'*infection concomitante*.

» M. Le Dantec a fait observer, au Congrès de Médecine interne, tenu à Bordeaux au mois d'août 1895, que la lymphe vaccinale renferme toujours un staphylocoque qu'il fait procéder du terrain vivant (homme, génisse ou cheval) sur lequel on a cultivé le vaccin. Il appuie son opinion sur plusieurs bonnes raisons.

» Mais on pouvait toujours objecter qu'ayant propagé le vaccin, au moyen de l'inoculation à la lancette, il avait peut-être introduit le staphylocoque dans la pustule.

» Mes observations dégagent de ce soupçon celles de M. Le Dantec, puis-

qu'elles établissent la possibilité d'une pollution des pustules vaccinales de dedans en dehors. Il semble même que le virus vaccin jouisse d'une influence particulièrement remarquable, attractive ou entraînante, directe ou indirecte, sur quelques germes présents dans l'organisme.

» Il est peu probable que cette influence appartienne exclusivement au virus vaccin. Je me crois autorisé, sans exagération, à l'attribuer au virus d'autres maladies éruptives.

» Si je ne me trompais pas, on s'expliquerait à la fois les espérances et les déceptions des bactériologistes qui se sont lancés à la recherche de l'agent spécifique de ces maladies dans les lésions superficielles. Outre que les exanthèmes peuvent être amicrobiens, c'est-à-dire l'œuvre de substances toxiques solubles, on comprend qu'ils soient hantés par des germes accidentels n'ayant rien de commun avec le virus des affections éruptives. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques ultérieures relativement à ma dernière Communication à M.* Hermite [1]; par M. **Hugo Gyldén.**

« A mon grand regret, j'ai remarqué, dans ma dernière Note, une erreur de calcul qui modifiait les résultats que j'avais en vue, sans toutefois les altérer essentiellement. Qu'il me soit permis d'en donner la rectification et d'y ajouter quelques remarques ultérieures.

» Dans le travail dont j'ai voulu communiquer les résultats, il me fallait faire usage du développement que voici

$$k^2\left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi^2 = 16q(1+7q^2)\sin 2x + 96q^2\sin 4x + \ldots,$$

mais au lieu du vrai coefficient de $\sin 2x$, j'ai mis en usage, par inadvertance, la valeur $16q(1+15q^2)$. Après avoir restitué, dans mes calculs, l'expression rectifiée, le terme $-512 gfq^4 y_0$ disparaissait de l'équation (9), en sorte que le vrai résultat serait celui-ci :

$$(9)\quad \frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2\cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\,y_0 - 64fq^2\frac{\pi}{2K}y_0\frac{dy_0}{d\xi} = -gk^2\sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X.$$

» Mais, au lieu de cette équation, il était très facile d'en obtenir une autre où était réapparu le terme qui venait d'échapper, bien qu'il revînt agrandi.

---

(1) *Comptes rendus,* 27 janvier 1896.

» En effet, considérons les équations

$$\frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0 = -gk^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2\mathrm{K}}\right)^2 \mathrm{X} + 32q^2\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^3 d(\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{X})^2,$$

$$\frac{d^2y_1}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_1 = -2gk^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0 + k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0^2 - 32q^2\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^3 d(\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{Y})^2,$$

dont la somme est exactement la même que celle de l'équation (3, o) avec la première des équations (3, 1).

» En introduisant, dans la première des équations signalées, la valeur

$$d(\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{Y})^2 = -k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{Y}^2 + 2\,\mathrm{dn}\,\xi^2\,\mathrm{Y}\,\frac{d\mathrm{Y}}{d\xi},$$

cette équation prendra la forme

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2y_0}{d\xi^2} + k^2 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\, y_0 = &-gk^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2\mathrm{K}}\right)^2 \mathrm{X} \\ &- 32q^2\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^3 k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{Y}^2 \\ &- 64q^2\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^3 \mathrm{dn}\,\xi^2\,\mathrm{Y}\,\frac{d\mathrm{Y}}{d\xi}, \end{aligned}\right.$$

d'où il résultera, si l'on n'y considère que la partie constante de Y^2, partie qu'on peut identifier avec g, et qu'on réunisse les termes où figure Y^2 multiplié par des fonctions trigonométriques aux équations suivantes, la valeur

$$(11)\qquad y_0 = (1 + 32q^2)\,\mathrm{Q} + \frac{2\mathrm{K}}{\pi}\,\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{Y}.$$

» Avec cette expression de y_0, on obtiendra, au lieu de la formule (6) de ma Communication précédente, celle-ci

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} y_1 = &-2gk^2\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^3 \mathrm{dn}\,\xi \int \frac{dx}{\mathrm{dn}\,\xi^2} \int \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi^2\,\mathrm{Y}\,dx \\ &+ 2k^2(1 + 32q^2)\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^3 \mathrm{dn}\,\xi \int \frac{dx}{\mathrm{dn}\,\xi^2} \int \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi^2\,\mathrm{QY}\,dx \\ &+ \left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^4 \mathrm{dn}\,\xi \int \frac{dx}{\mathrm{dn}\,\xi^2} \int [k^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi^2\,\mathrm{Y}^2 \\ &\qquad - 32q^2\, d(\mathrm{dn}\,\xi\,\mathrm{Y}^2)\,\mathrm{dn}\,\xi]\,dx. \end{aligned}\right.$$

» Maintenant, si l'on se rappelle des valeurs des termes constants qui figurent dans les développements de $-2gk^2\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^4 \cos 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi^2$ et de

$2k^2(1+32q^2)\left(\frac{2K}{\pi}\right)^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi\,\mathrm{dn}\,\xi^2 Q$, savoir : $-64gq^2-128gq^4-\ldots$, respectivement : $64gq^2+2176gq^4+\ldots$, on déduira l'expression suivante de la partie pouvant être agrandie par la double intégration

$$y_1 = 2048\,gq^4\,\mathrm{dn}\,\xi \int dx \int Y\,dx,$$

formule dans laquelle on a supprimé les facteurs ayant, quand le module k est petit, des valeurs près de l'unité.

» Relativement à la troisième partie de la formule (12), on se convaincra aisément que les termes qui peuvent acquérir, par la seconde intégration, des petits diviseurs, ont disparu, du moins quant à leur plus grande partie.

» En vertu du résultat que je viens d'obtenir, il est visible qu'il conviendra de commencer les approximations en intégrant l'équation

$$(13)\quad \frac{d^2 y_0}{d\xi^2} - \left[2k^2\,\mathrm{sn}\,\xi^2 - k^2 - 1 + \frac{\mathrm{dn}\,\omega^2}{\mathrm{cn}\,\omega^2}\right] y_0 = -gk^2 \sin 2\,\mathrm{am}\,\xi - \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X,$$

l'angle ω étant donné moyennant la relation

$$-1 + \frac{\mathrm{dn}\,\omega^2}{\mathrm{cn}\,\omega^2} = 2048\,gq^4,$$

d'où il s'ensuit

$$\mathrm{sn}\,\omega^2 = \frac{2048\,gq^4}{1+2048\,gq^4-k^2}.$$

» Il faut toutefois remarquer que cette valeur de ω grandira quand on considère les résultats des approximations suivantes, dans lesquelles on pourra aussi tenir compte du terme dépendant de $Y\frac{dY}{d\xi}$. Mais la valeur de ω restera toujours réelle.

» Quand il s'agit du calcul numérique d'une inégalité à très longue période, il est indispensable de tenir compte des termes dont j'ai montré l'existence : sans cela, on pourra, en effet, arriver à des déterminations tout à fait illusoires. Mais on n'est pas obligé de commencer les approximations en partant de l'équation (13); on peut aussi en effet, si l'on veut, dans ce but, choisir une autre équation qui équivaut à celle-là. Dans les calculs se rapportant à quelques-unes des petites planètes, j'ai employé, comme point de départ, une équation différentielle que j'ai déduite d'une manière assez simple.

» En mettant d'abord, dans l'équation (1) de ma Note du 27 janvier,

$$y = \frac{2K}{\pi}\,\mathrm{dn}\,\xi\left(Y + \frac{4q}{1-q^2}\,g \sin 2x\right),$$

j'ai obtenu une nouvelle équation différentielle dont la solution s'obtenait au moyen de la méthode des coefficients indéterminés. En effet, en supposant

$$Y = \varphi_0 + \varphi_1 \cos 2x + \varphi_2 \cos 4x + \ldots,$$
$$+ \psi_1 \sin 2x + \psi_2 \sin 4x + \ldots,$$

les $\varphi_0, \varphi_1, \psi_1, \ldots$ étant des fonctions des arguments qui figurent dans X, il résulte un système d'équations qui s'intègre de proche en proche. Après des réductions qui sont trop longues pour être reproduites ici, mais qui sont suffisamment vérifiées, je suis arrivé à l'équation principale que voici :

$$(14) \qquad \frac{d^2\varphi_0}{dx^2} - 512 g q^4 \varphi_0 + 128 q^2 \varphi_0 \frac{d\varphi_0}{dx} = - X\ (^1).$$

» L'importance des termes que je viens de mettre en évidence, savoir, dans l'équation (14), les termes dépendant de φ_0 et de $\varphi_0 \frac{d\varphi_0}{dx}$, a été signalée d'abord dans mon Mémoire *Nouvelles recherches sur les séries z,* § 6, à la fin du n° 6. A cet égard, je renverrai aussi à un passage de M. Poincaré, dans son Ouvrage *Les nouvelles méthodes de la Mécanique céleste,* t. II, p. 311. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Lanarafe adresse un supplément à son Mémoire sur le choléra asiatique de Samsoun en 1894.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité de Chirurgie cérébrale, par MM. *A. Broca* et *P. Maubrac* ». (Présenté par M. Guyon, pour le concours Montyon).

---

(1) Voir les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm*, 11 septembre 1895.

2° Un Volume de M. *Scheurer-Kestner* intitulé : « Pouvoirs calorifiques des combustibles solides, liquides et gazeux ». (Présenté par M. Friedel.)

3° Un Volume de M. *Félix Henneguy*, intitulé : « Leçons sur la cellule, professées au Collège de France pendant le semestre d'hiver 1893-1894 ». (Présenté par M. Ranvier.)

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Perrine* (1895, *c*) *et Perrine-Lamp* (1896, *a*), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux*. Note de M. **L. Picart**, communiquée par M. G. Rayet.

COMÈTE PERRINE (1895, *c*).

Dates 1896.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observ.
		h m s	m s	′ ″	
Fév. 16.....	1	15.15.10,68	−1.28,87	+0.21,27	L. Picart
24.....	2	15.55.59,66	+1. 3,13	−3.24,62	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½[Weisse₁, H. XIX, 1136. — Gœttingue 5451-52]	19.46.58,10	−0,18	91.32.18,9	+11,51
2...	⅓[Weisse₁, H. XIX, 1107. — Munich I, 22004. — Glasgow II, 1687]	19.45.36,91	−0,02	89.25. 7,7	+11,37

Positions apparentes de la comète Perrine (1895, *c*).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Fév. 16.....	17.28.21,0	19.45.29,05	$\bar{1}$,591	91.32.51,7	−0,800
24.....	17.37.36,0	19.46.40,02	$\bar{1}$,547	89.21.54,5	−0,794

COMÈTE PERRINE-LAMP (1896, *a*).

Dates 1896.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observ.
		h m s	m s	′ ″	
Fév. 24.....	1	15.18.57,41	+4. 8,29	+6.34,33	L. Picart
25.....	2	5.44. 9,85	−1.34,09	+7.32,93	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	½[Weisse₁, H. XXI, 1005-06 — Glasgow II, 1881]	h m s 21.42.25,75	s —1,13	° ′ ″ 52.49.21,7	″ +7,18
2...	Weisse₁, H. XXII, 15-16	22. 3.22,00	—1,24	50.24. 5,0	+5,25

Positions apparentes de la comète Perrine-Lamp (1896, *a*).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
Fév. 24.....	h m s 17. 0.39,8	h m s 21.46.32,91	$-\bar{1},720$	52°.56′. 3″,2	—0,735
25.....	7.23.30,5	22. 1.46,67	$+\bar{1},693$	50.31.43,2	—0,815

» La comète est ronde, sans condensation bien sensible. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner), pendant le quatrième trimestre de* 1895. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les époques d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Leur comparaison à ceux du trimestre précédent conduit aux remarques suivantes :

» Ce trimestre a été moins favorable aux observations que le précédent, leur nombre est de 47 au lieu de 74.

» *Taches.* — La distribution des taches continue à être irrégulière et leur marche décroissante présente des fluctuations de plus en plus marquées. A une période mouvementée de quelques jours succède une période à peu près calme; ainsi, après la région riche en taches qui a passé au méridien central du 30 septembre au 6 octobre, arrive une région relativement pauvre avec minimum vers le milieu d'octobre (il n'y avait que deux groupes le 18).

» Par suite des circonstances défavorables dans lesquelles ont été faites les observations, il nous a été impossible de vérifier si quatre ou cinq groupes assez importants (Tableau I) étaient visibles à l'œil nu ([1]); d'autre part, en aucun des jours d'observation le Soleil n'a été vu sans taches ([2]).

» Une particularité intéressante à noter est la présence de deux petites taches au milieu de facules peu brillantes à la latitude de $+57°$, le 15 novembre.

» Bien que le nombre de groupes soit allé en augmentant (98 au lieu de 88), la surface totale observée diminue; on a, en effet (Tableau II), 5988 millionièmes au lieu de 6080 fournis par le trimestre précédent.

» Au total, la surface mesurée pour les taches est plus forte au nord de l'équateur qu'au sud, mais le mois de décembre présente une exception; cette surface y est, en effet, double dans l'hémisphère sud que dans l'hémisphère nord.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules, avec ou sans taches, ont encore augmenté : on a trouvé 155 groupes et une surface de 178,5 millièmes au lieu de 123 groupes et une surface de 162,0 millièmes donnés par le troisième trimestre.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre 1895. 0,00.					
25- 3	6	1,6	—18		30
25- 5	8	2,2		+13	231
Octobre 1895 (suite). 0,00.					
28- 5	5	3,4		+15	48
10-11	2	5,5	— 3		44

([1]) Des observations faites par M. S. Véréri, à Bellevue (Lot), il résulte que nos groupes

novembre ($\lambda = 3,7$, $\beta = +10°$) et décembre ($\lambda = 26,1$; $\beta = -10°$)

ont été visibles à l'œil nu (*Bull. de la Société astronomique de France*, février 1896, p. 46).

([2]) Cependant, de l'examen de nos dessins et d'après la répartition des taches, nous pensons que le Soleil a pu être sans taches le 10 novembre (nous n'avons pas d'observation à cette date), ce serait alors le premier jour sans taches.

Octobre 1895. 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
30-12	7	6,3		+20	163
12	1	8,3		+17	3
12	1	9,3	−15		4
12	1	9,6		+10	4
10	1	9,6		+33	2
12-14	2	12,2	−17		11
14-15	2	13,2		+9	7
12-16	4	13,8	−18		3
15	1	13,8		+20	1
15	1	14,6		+28	2
14	1	15,1		+10	3
21	1	17,6	−5		3
15-19	3	17,7	−12		2
12-22	9	17,7		+12	48
19-21	2	19,2		+41	2
15-18	4	20,8	−15		19
21	1	21,0	−5		2
21-23	3	22,9	−9		3
19-28	7	24,1		+11	487
21-31	7	27,6	−16		230
21-31	7	27,6		+11	188
23-4	6	29,7		+18	271
25	1	29,8	−0		9
25-28	3	30,4		+17	102
	19 j.		−11°,1	+17°,8	

Novembre 1895. 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
31-7	5	1,3		+8	482
31	1	2,2	−3		3
31-8	6	3,7		+10	455
31-8	6	5,6	−12		29
4-8	3	8,6	−19		5
8	1	8,7		+35	1
8	1	9,4		+8	1
5	1	9,4	−27		6
8	1	10,3		+4	2
15	1	13,9	−10		1
13-16	2	14,4	−19		30
11-15	3	15,1		+16	18
15	1	15,5	−17		2
15	1	15,9		+57	3
15-16	2	16,1	−12		34
13-20	4	18,9	−7		201
20	1	19,8		+25	1
15-20	3	20,2		+9	46
15-26	5	20,4	−3		210
15-20	2	20,6	−16		15
15	1	21,2	−2		6
25	1	22,4		+1	4
20-27	4	24,3	−15		95
27	1	25,4	−30		1

Novembre 1895 (suite). 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
20-27	4	25,9		+18	31
27	1	26,7		+1	1
25	1	27,3		+18	4
25-30	4	28,0		+7	13
30-2	2	28,7		+20	2
2-5	2	30,2	−13		120
2	1	30,6	−1		1
25-5	6	30,7		+11	118
	14 j.		−12°,9	+15°,3	

Décembre 1895. 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
2	1	1,7	−9		1
2	1	2,2		+2	1
2	1	2,4	−7		1
2-6	3	2,8		+3	64
5	1	5,1	−19		5
11-12	2	8,6	−13		5
5-13	7	9,3	−5		39
10	1	9,7		+19	2
5-6	2	10,1	−11		8
5-11	5	11,2	−14		42
6-10	3	11,9	−17		6
6-18	9	12,3	−12		120
6-16	7	12,6	−18		35
9-12	4	12,8	−12		22
9-13	5	13,1	−20		51
9-18	8	13,6		+19	120
9-18	7	13,8	−21		25
12-18	5	14,3		+5	153
9-16	6	14,5		+19	130
9-18	8	15,0	−20		51
16	1	15,4		+39	1
16	1	16,0	−1		1
16	1	16,7		+20	1
16	1	17,2	−40		1
11-16	3	17,3	−1		10
13-18	4	18,1		+10	16
16	1	18,5	−19		1
18-26	3	20,8	−13		148
16-26	5	22,0		+16	160
18-26	3	22,1	−8		43
26	1	22,4	−18		136
23-26	2	23,2		+10	13
23-31	3	26,1	−10		257
23-26	2	26,6	−10		40
23-2	4	27,5	−12		390
26	1	28,1		+8	3
31	1	30,8	−7		2
26-31	2	31,4		+5	21
	14 j.		−13°,5	+13°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Octobre....	»	»	»	7	5	12	16	3	10	1	1	1	28	1922
Novembre..	»	»	2	8	6	16	16	8	5	1	1	1	32	1941
Décembre..	»	1	1	14	9	25	13	7	5	»	1	»	38	2125
Totaux..	»	1	3	29	20	53	45	18	20	2	3	2	98	5988

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Octobre....	»	1	3	11	5	20	26	3	11	9	2	1	46	60,5
Novembre...	»	2	8	11	4	25	28	7	8	6	»	7	53	59,2
Décembre...	1	»	1	14	7	23	33	9	15	5	2	2	56	58,8
Totaux...	1	3	12	36	16	68	87	19	34	20	4	10	155	178,5

» Enfin, les facules restent toujours plus nombreuses au nord qu'au sud, et il y a lieu de signaler également leur présence à de hautes latitudes; ainsi, le 27 novembre, il y avait trois groupes entre $+64°$ et $+71°$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes asymptotiques.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Appell.

« On doit à M. Lelieuvre d'élégantes formules, qui donnent les coordonnées d'un point d'une surface (S) rapportée à ses lignes asymptotiques (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1888, p. 126). Ces formules sont les suivantes: α, β désignant les paramètres qui définissent les deux systèmes de lignes asymptotiques, et θ_1, θ_2, θ_3 étant trois intégrales particulières d'une équation linéaire à invariants égaux,

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \lambda(\alpha,\beta)\theta, \tag{1}$$

on a

$$\left\{\begin{aligned} x &= \int\left(\theta_2\frac{\partial\theta_3}{\partial\alpha} - \theta_3\frac{\partial\theta_2}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_2\frac{\partial\theta_3}{\partial\beta} - \theta_3\frac{\partial\theta_2}{\partial\beta}\right)d\beta,\\ y &= \int\left(\theta_3\frac{\partial\theta_1}{\partial\alpha} - \theta_1\frac{\partial\theta_3}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_3\frac{\partial\theta_1}{\partial\beta} - \theta_1\frac{\partial\theta_3}{\partial\beta}\right)d\beta,\\ z &= \int\left(\theta_1\frac{\partial\theta_2}{\partial\alpha} - \theta_2\frac{\partial\theta_1}{\partial\alpha}\right)d\alpha - \left(\theta_1\frac{\partial\theta_2}{\partial\beta} - \theta_2\frac{\partial\theta_1}{\partial\beta}\right)d\beta. \end{aligned}\right. \tag{2}$$

» Une remarque bien simple permet de faire disparaître les signes de quadrature dans un nombre illimité de cas.

» Supposons que la suite de Laplace, relative à l'équation (1), se termine après un certain nombre d'opérations, de sorte que l'intégrale générale de l'équation (1) contienne explicitement une fonction arbitraire de α, une fonction arbitraire de β, et leurs dérivées jusqu'à un ordre déterminé. Les trois intégrales θ_1, θ_2, θ_3 contiennent chacune deux fonctions arbitraires, et l'on peut mettre ces fonctions arbitraires sous une forme telle que toutes les quadratures qui donnent x, y, z puissent être effectuées. On aura donc ainsi, sous forme explicite, les coordonnées d'une infinité de surfaces rapportées à leurs lignes asymptotiques.

» Soient $f_1(\alpha)$, $\varphi_1(\beta)$, $f_2(\alpha)$, $\varphi_2(\beta)$, $f_3(\alpha)$, $\varphi_3(\beta)$ les fonctions arbitraires qui figurent respectivement dans θ_1, θ_2, θ_3. Considérons $f_1(\alpha)$ et $\varphi_1(\beta)$ comme données, et les quatre autres fonctions comme indéterminées. La formule qui donne y, par exemple, peut s'écrire

$$y = \int \mathrm{P}\,d\alpha + \mathrm{Q}\,d\beta + \int \mathrm{P}_1\,d\alpha + \mathrm{Q}_1\,d\beta,$$

en réunissant, d'une part, les termes qui contiennent $f_2(\alpha)$, d'autre part, les termes qui contiennent $\varphi_2(\beta)$; P et Q sont de la forme

$$a\,f_2(\alpha) + a_1\,f_2'(\alpha) + \ldots + a_{n+1}\,f_2^{(n+1)}(\alpha),$$

et P_1 et Q_1 de la forme

$$b\,\varphi_2(\beta) + b_1\,\varphi_2'(\beta) + \ldots + b_{n+1}\,\varphi_2^{(n+1)}(\beta),$$

$a, \ldots, a_{n+1}, b, \ldots, b_{n+1}$ étant des fonctions déterminées de α et de β. Les deux expressions $\mathrm{P}\,d\alpha + \mathrm{Q}\,d\beta$, $\mathrm{P}_1\,d\alpha + \mathrm{Q}_1\,d\beta$ doivent être des différentielles exactes pour toutes les formes possibles des fonctions $f_2(\alpha)$ et $\varphi_2(\beta)$. Or il résulte d'une proposition générale, démontrée par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. II, n° 393), qu'on peut toujours, par des opérations purement algébriques, mettre l'intégrale $\int \mathrm{P}\,d\alpha + \mathrm{Q}\,d\beta$ sous l'une ou l'autre des formes suivantes :

$$\mathrm{F}_2(\alpha) + \mathrm{C}_1\,\mathrm{F}_2'(\alpha) + \ldots + \mathrm{C}_{n+1}\,\mathrm{F}_2^{(n+1)}(\alpha),$$
$$\mathrm{C}_1\,\mathrm{F}_2(\alpha) + \ldots + \mathrm{C}_n\,\mathrm{F}_2^{(n)}(\alpha),$$

$\mathrm{F}_2(\alpha)$ étant une fonction arbitraire de α qui peut être prise égale à $f_2(\alpha)$ dans la seconde forme, et qui est définie, dans le cas de la première forme,

en posant

$$\omega f_2(\alpha) = F'_2(\alpha),$$

ω étant une fonction déterminée de α. On mettra de la même façon l'intégrale $\int P_1 d\alpha + Q_1 d\beta$ sous forme explicite en introduisant une nouvelle fonction arbitraire $\Phi_2(\beta)$. De la même façon, on mettra z sous une forme entièrement explicite en substituant aux fonctions arbitraires $f_3(\alpha)$ et $\varphi_3(\beta)$ deux nouvelles fonctions arbitraires $F_3(\alpha)$ et $\Phi_3(\beta)$. Remplaçons maintenant θ_2 et θ_3 par leurs expressions dans l'intégrale qui donne x, en considérant $F_2(\alpha)$ et $\Phi_2(\beta)$ comme connues et $F_3(\alpha)$ et $\Phi_3(\beta)$ comme indéterminées; on mettra cette intégrale sous une forme entièrement explicite, en introduisant deux nouvelles fonctions arbitraires $\mathcal{F}_3(\alpha)$ et $\Psi_3(\beta)$.

» En appliquant le même procédé trois fois de suite aux formules qui résolvent le problème de la déformation infiniment petite pour la surface considérée, dans le cas où l'équation (1) est à invariants égaux, on arrive à se débarrasser de tout signe de quadrature.

» Supposons, par exemple,

$$\theta_1 = \frac{2f_1(\alpha)}{\alpha-\beta} - f'_1(\alpha), \qquad \theta_2 = \frac{2f_2(\alpha)}{\alpha-\beta} - f'_2(\alpha), \qquad \theta_3 = \frac{2f_3(\alpha)}{\alpha-\beta} - f'_3(\alpha);$$

θ_1, θ_2, θ_3 sont trois intégrales particulières de l'équation

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \frac{-2\theta}{(\alpha-\beta)^2};$$

en remplaçant θ_1, θ_2, θ_3 par les valeurs précédentes, les formules (1) représentent la surface réglée la plus générale (sans plan directeur) rapportée à ses lignes asymptotiques. L'application de la méthode générale précédente permet de faire disparaître tous les signes de quadrature avec la plus grande facilité. On sait que M. Kœnigs a déjà résolu ce problème (*Comptes rendus*, 1888). »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée, privée d'air, au maximum de densité*. Note de M. **J. Macé de Lépinay**.

« J'ai eu l'honneur, dans une précédente Communication [1], d'exposer le plan des recherches que j'avais entreprises pour déterminer cette

[1] Séance du 8 avril 1895.

donnée, fort mal connue malgré son importance. Je me propose, sans y revenir, d'exposer aujourd'hui les résultats de mes recherches, en les accompagnant des renseignements nécessaires pour permettre d'apprécier le degré d'exactitude obtenu.

» I. La méthode suivie et le goniomètre employé pour mesurer l'indice ordinaire, pour la raie verte du cadmium, du quartz employé, ont été déjà décrits ([1]). Les résultats, concordants, de trois séries indépendantes de mesures conduisent à la formule suivante (N étant l'indice absolu) :

$$N = 1,5487381 - 10^7(51,68 t_H + 0,1552 t_H^2).$$

» Voici les résultats de l'une de ces séries :

t_H.	N obs.	N calc.
7°,60	1,5486976	1,5486979
16,14	1,5486510	1,5486507
26,04	1,5485922	1,5485930

» Les indices paraissent connus à une demi-unité près du sixième ordre décimal. L'erreur relative correspondante sur le volume est de $\frac{1}{360000}$.

» II. Les mesures proprement dites d'épaisseur du cube de quartz employé, effectuées par la méthode des franges de Talbot, ont été un peu moins précises que je ne l'espérais, car j'ai dû me contenter d'un réseau de $3^m,15$ de rayon de courbure ([2]) (troisième spectre de diffraction). Afin d'apprécier l'erreur que peut comporter la moyenne obtenue, j'ai groupé les douze mesures d'épaisseur effectuées, de manière à obtenir quatre valeurs indépendantes du volume cherché (à 0°). Ce sont, toutes corrections faites :

$$V_0 = 61^{cc},75267,$$
$$61,65287,$$
$$61,75279,$$
$$61,75300.$$

» La moyenne $61^{cc},75283$ semble exacte à une unité près du quatrième ordre décimal, soit à $\frac{1}{620000}$ près.

([1]) *Ann. de Ch. et de Ph.*, (7), t. V; 1895.

([2]) Ce réseau m'a été obligeamment confié par M. Violle, et la balance de Ruprecht dont je me suis servi l'a été par notre doyen M. Reboul. Je les prie d'agréer mes sincères remercîments.

» III. La pesée du cube, effectuée par MM. R. Benoît et P. Chappuis, avant toute autre opération, alors que les arêtes en étaient parfaitement vives, a donné

$$P = 163^{gr},68257 \pm 0,00002.$$

» IV. La détermination de la densité du cube de quartz, effectuée par la méthode des pesées hydrostatiques, a pu atteindre une grande précision, grâce à l'application de la remarque suivante (¹). Dans une pareille pesée, par suite des effets de la capillarité sur le fil de suspension, la balance paraît perdre en grande partie sa sensibilité, lorsqu'on cherche à ramener le fléau à son orientation de repos. Elle la reprend presque complètement si l'on prend, comme repère, une inclinaison du fléau correspondant à une émersion de quelques millimètres du fil qui traverse le liquide, à la condition essentielle que le fléau parte, chaque fois, sans vitesse initiale, de sa position de repos.

» L'eau employée, condensée dans un tube en argent, était recueillie dans un vase doré; toutes les autres pièces métalliques en contact avec elle étaient en platine. Il s'écoulait vingt minutes entre le moment de la rentrée de l'air dans la cloche où l'on avait fait bouillir l'eau dans le vide et celui de la pesée du quartz.

» Les résultats obtenus, aux plus basses températures que j'aie pu réaliser pendant cet hiver, sont (²) :

t_H.	D_0.	t_H.	D_0.
5°,08.......	2,650729	6°,10.......	2,650732
5,22.......	731	6,15.......	726
5,40.......	729	6,33.......	725
5,83.......	728	6,63.......	734
5,87.......	727	7,61.......	729

» Nous resterons, sans doute, au-dessous de la vérité en considérant la moyenne $D_0 = 2,650729$ comme exacte à $\frac{1}{1000000}$ près.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. X; 1887.

(²) On a admis, pour effectuer les calculs, les valeurs des densités de l'eau déterminées par M. Marek dans des conditions identiques à celles de mes propres mesures (pesées hydrostatiques d'un quartz de 400gr).

» Les résultats de cette étude sont dès lors :

» Le volume du cube de quartz, à 0°, est

$$V_0 = \frac{163,68257}{2,650729} \text{ millilitres } (^1) = 61,75002 \text{ millilitres.}$$

» Il est, d'autre part, de $61,75283^{cc}$. On en déduit

$$1 \text{ millilitre} = 1,000046^{cc}.$$

» Ce même nombre représente le volume, en décimètres cubes, d'eau distillée, privée d'air, à 4°, qui pèse 1^{kg}.

» La masse du décimètre cube d'eau, dans ces mêmes conditions, est donc de

$$0^{kg},999954.$$

» En admettant que toutes les causes d'erreur signalées s'ajoutent, l'erreur que pourraient comporter ces nombres serait de six unités du dernier chiffre caractéristique. »

PHYSIQUE. — *Rôle des différentes formes de l'énergie dans la photographie au travers de corps opaques.* Note de M. **R. Colson**, présentée par M. A. Cornu.

« Depuis la découverte des rayons X, de très nombreuses expériences ont été exécutées à la recherche de nouveaux moyens d'impressionner la plaque photographique au travers de corps opaques. Il en résulte aujourd'hui une certaine confusion, à laquelle on ne peut remédier que par une classification bien nette des effets variés produits sur la surface sensible par les différentes formes de l'énergie. Je vais résumer dans cette Note les règles à formuler d'après les résultats connus et d'après mes observations.

» Ces formes de l'énergie peuvent se classer en : mécaniques, chimiques, calorifiques et lumineuses; il y aura lieu d'y ajouter la forme électrique lorsqu'on aura constaté son influence directe sans les transformations qui ramènent son effet à l'un des précédents. En outre, il faut classer à part les rayons X, en attendant que nous soyons fixés sur leur véritable nature.

» 1° L'action mécanique consiste en pressions ou frottements exercés

---

(1) Le millilitre étant le volume qui contient 1^{gr} d'eau, privée d'air, à 4°.

par des corps durs en contact avec la plaque, et se traduit, au développement, par des traits noirs.

» 2° Il est facile d'isoler une action chimique; dans chaque cas, on peut prévoir d'avance le résultat d'après la nature des corps en présence. Le contact d'un corps capable de donner du noir, par la réduction ou transformation du composé d'argent, agit surtout lorsque l'humidité intervient. Par exemple, l'humidité qui provient de l'échauffement d'un cliché en contact avec la plaque peut contenir des proportions variables du révélateur ou de l'hyposulfite. Mais une influence chimique peut se produire aussi à sec; je citerai comme exemple le contact de l'encre sèche, qui, ainsi que je l'ai trouvé, insensibilise la couche par oxydation de la matière organique, et ménage des clairs dans le développement. Il en est de même toutes les fois que cette matière s'oxyde.

» 3° La chaleur sèche est capable de déterminer le travail préliminaire que le révélateur complète en noircissant le cliché.

» Si la plaque est emballée dans plusieurs épaisseurs de papier noir, et placée près d'une source de chaleur (par exemple lampe électrique à arc), on constate que certaines parties de la surface sont recouvertes de buée et restent claires dans un révélateur énergique qui voile les autres parties.

» J'applique sur une plaque, dans la chambre noire, un carton dans lequel j'ai découpé des lettres, et je l'expose pendant cinq minutes à la vapeur d'eau vers 35°; la gélatine montre les lettres en relief dans les endroits qui ont subi le moins l'influence de la vapeur, et en creux dans ceux qui étaient le plus directement soumis à la vapeur et à la chaleur. Le voile du développement laisse les lettres en clair, surtout celles qui étaient en creux.

» Une plaque est traitée d'abord par la vapeur comme la précédente, puis est chauffée à 40° pendant une minute; les lettres de gélatine humide subissent un commencement de fusion, forment un creux prononcé en séchant, et restent encore plus claires dans le révélateur.

» Je place sur une plaque trois pièces d'argent de 2^{fr}, soigneusement nettoyées pour supprimer toute action chimique; le tout est emballé dans le papier noir et maintenu pendant deux heures sur le marbre d'un calorifère vers 40°, avec un poids d'un kilogramme sur une des pièces. Au développement, cette pièce vient en clair, avec une bordure noire causée par la pression. Les deux autres pièces ne donnent rien.

» Ainsi, en résumé, sur les parties de la plaque rendues humides par la vapeur provenant de l'enveloppe ou par la vapeur qui s'échappe de la gélatine et qui est emprisonnée sur la surface par un corps en contact, la chaleur produit une modification qui laisse ces parties en clair dans le révélateur; l'effet est accentué par l'élévation de température.

» Cette influence est importante, car elle tend à se manifester lorsqu'on

emploie les rayons solaires directs ou les sources lumineuses à combustion, c'est-à-dire dans un grand nombre de cas.

» 4° Les radiations infra-rouges, si elles sont suffisamment intenses, impressionnent la plaque comme les radiations visibles.

» Pour les radiations visibles, il faut tenir compte de la propriété, que possède la plaque, d'*accumuler* les effets successifs, tandis que l'œil se sature en une fraction de seconde. J'ai appliqué derrière une planchette de sapin de 5^{mm} d'épaisseur une plaque Lumière (bleue), protégée et maintenue par quatre feuilles de papier noir collées sur le bois. Après une exposition de huit heures à la lumière diffuse du jour, j'ai obtenu un bon cliché montrant la structure du bois et donnant un négatif d'une épreuve sur papier interposée entre la plaque et la planchette; du papier d'étain était légèrement traversé, et du papier noir ne l'était nullement. Je me suis assuré que, dans ces conditions d'éclairage, il fallait réduire l'épaisseur à moins de 3^{mm} pour que l'œil, habitué à l'obscurité, puisse percevoir la lumière au travers. Les rayons lumineux peuvent donc, avec le temps, impressionner la plaque d'une façon appréciable au travers de corps que nous appelons opaques.

» M. Cornu a montré (¹), dès 1880, en étudiant le pouvoir réfléchissant de divers métaux, qu'il est possible d'observer par fluorescence des radiations ultraviolettes très réfrangibles au travers d'une lame d'argent déposé chimiquement et assez épaisse pour arrêter les rayons du soleil : la transparence est plus particulièrement observable dans le voisinage de la raie R (²). M. de Chardonnet (³) a utilisé cette propriété de l'argent pour photographier des objets en apparence invisibles, et a trouvé que, si ces rayons ne sont pas visibles, c'est qu'ils sont absorbés par les milieux de l'œil. Il est probable qu'ils traversent un grand nombre des substances dites opaques. Mais, qu'ils agissent directement ou par l'intermédiaire de corps phosphorescents ou fluorescents, leur effet se traduit encore par le noircissement de la plaque au développement.

» Il faut enfin faire figurer ici les effets qui proviennent d'une protection incomplète de la surface sensible pendant l'expérience.

» 5° Il est facile de reconnaître les rayons X, en emballant la plaque dans le papier noir et en disposant sur le trajet un carton épais ou une planchette, avec du verre et du fer, qui donneront du clair sur le fond noir dû aux rayons.

» Ces indications permettent d'analyser ce qui se passe dans chaque cas et d'analyser les véritables causes des phénomènes observés. »

(¹) *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. IX, p. 23 (*Spectre normal du Soleil*).

(²) *Comptes rendus*, 17 juin 1889.

(³) *Comptes rendus*, 24 avril 1882, 12 et 19 février 1883.

PHYSIQUE. — *Effets électriques des rayons de Röntgen.* Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. Mascart.

« Je désire faire connaître quelques faits nouveaux, constatés en continuant l'étude de la dispersion électrique produite par les rayons de Röntgen.

» 1. Les rayons X agissent sur les diélectriques comme sur les conducteurs, c'est-à-dire qu'ils produisent la dispersion des charges électriques et, quel que soit l'état initial du diélectrique, ils lui donnent à la fin une charge positive.

» La dispersion a lieu même lorsqu'une lame isolante à l'état naturel est portée dans un champ électrique, où elle reçoit les rayons X. C'est un fait analogue à celui que j'ai démontré autrefois pour le cas des rayons ultraviolets, et il se forme sur les points qui reçoivent les rayons actifs, une charge de signe contraire à celui de la charge dispersée. Voici une expérience qui démontre ce fait, et qui permet d'obtenir des *ombres électriques* par l'action des rayons de Röntgen.

» Au-dessous du tube de Crookes est placée une feuille de carton noir horizontale, doublée par une lame mince d'aluminium communiquant avec le sol. Les rayons X, qui la traversent, tombent sur une lame d'ébonite placée à petite distance, qui porte une armature d'étain sur la face opposée. Cette armature communique avec un des plateaux d'un condensateur à air, dont l'autre plateau est en communication avec la cathode du tube de Crookes. L'anode de celui-ci communique avec le sol.

» On place sur le carton la main étendue ou des objets quelconques, on met en action le tube pendant quelques minutes, puis on retire l'ébonite et l'on projette sur elle le mélange connu de soufre et minium. On voit apparaître alors sur l'ébonite une ombre électrique de la main ou des objets. Les os de la main, ou les pièces métalliques se différencient par leur opacité plus grande [1].

» En projetant, au lieu des deux poudres usuelles, un mélange de talc et de bioxyde de manganèse, le résultat obtenu ressemble le mieux à une photographie.

» 2. Pour mesurer l'intensité des rayons X au moyen de leur action sur les corps électrisés, je procède de la manière suivante.

» Un disque de cuivre est en communication avec un électromètre de Mascart, et en même temps, par l'intermédiaire d'une colonne d'alcool absolu (longue de $0^{m},80$

---

[1] On peut supprimer le condensateur à air, et charger l'armature de l'ébonite au moyen d'une petite machine électrique.

et de $0^m,1$ de diamètre) avec le pôle isolé d'une série de 2 à 10 petits accumulateurs. Le potentiel v_0 du disque descend à v_1 lorsque les rayons X tombent sur lui; et comme on constate que la différence $v_0 - v_1$ est sensiblement proportionnelle à v_1 (au moins entre certaines limites), on peut prendre $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ comme mesure de la dispersion.

» En changeant, dans des proportions connues, la surface de la fenêtre par laquelle les rayons X sortent de la caisse métallique qui contient le tube de Crookes, la bobine, etc., j'ai vérifié que $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$ est proportionnel à ladite surface et, par conséquent, à l'intensité de la radiation reçue par le disque.

» De là, le moyen simple, très rapide et très exact par lequel je mesure l'intensité relative des rayons de Röntgen, l'absorption produite par les diverses substances, etc.

» 3. Le fait intéressant, découvert par MM. Gossart et Chevallier, de l'arrêt du radiomètre que produisent les rayons X, n'a plus lieu, suivant des expériences que j'ai répétées plusieurs fois, si l'on baigne parfaitement toute la paroi extérieure du radiomètre. Ce procédé empêche la formation d'une charge électrique localisée sur le côté de la paroi tourné vers le tube de Crookes. Il paraît donc que le phénomène de l'arrêt est dû à la force électrique provenant d'une charge produite par les rayons sur la paroi. Du moins cette charge joue certainement un rôle important dans le phénomène de MM. Gossart et Chevallier.

» 4. J'ai étudié, enfin, la dispersion dans l'air raréfié. Le disque de cuivre du n° 2 (qui, pour l'expérience actuelle, est plus petit) est placé dans un récipient dans lequel on peut faire un bon vide. Le disque est entouré par une boîte métallique communiquant avec le sol, et dont une partie est en aluminium, pour que les rayons X puissent arriver sur le disque. Voici les premiers résultats obtenus.

» J'ai constaté que la dispersion, mesurée par le rapport $\frac{v_0 - v_1}{v_1}$, devient de plus en plus faible, lorsque la pression de l'air diminue de plus en plus. Avec les rayons ultraviolets j'ai observé, autrefois, les indices d'un phénomène contraire.

» J'ai constaté aussi que le potentiel positif final auquel le disque, pris à l'état naturel, est porté par les rayons X, croît avec la raréfaction.

» Ce dernier phénomène est tout à fait semblable à celui que j'ai observé autrefois avec les rayons ultraviolets. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques faits se rapportant aux rayons de Röntgen.* Extrait d'une Lettre de MM. **A. Battelli** et **A. Garbasso** à M. Lippmann.

« .... Nous sera-il permis de rappeler que, dans un travail publié dans le numéro de janvier du *Nuovo Cimento*, nous avions déjà, entre autres résultats, signalé les suivants :

» On peut obtenir des rayons de Röntgen très vifs en rendant fluorescentes, au moyen de la radiation cathodique, des substances minérales choisies à cet effet.

» L'emploi du dispositif de Tesla diminue la durée de la pose. Nous avons même obtenu de bonnes photographies avec une pose de *deux secondes* seulement.

» Nous avons indiqué plusieurs substances, qui, par l'action des rayons de Röntgen, donnent une fluorescence même plus intense que celle produite par le platinocyanure de baryum.

» Nous avons remarqué qu'au moyen de substances fluorescentes, placées derrière la plaque photographique, on peut abréger la durée de la pose.

» Nous avons mis hors de doute l'existence de la réflexion (diffuse), et l'absence de la réfraction. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques échantillons de verre soumis à l'action des rayons X.* Note de M. **V. Chabaud**, présentée par M. Lippmann.

« Six échantillons de verre, de compositions différentes, ont été taillés et amenés à l'épaisseur de $\frac{45}{100}$ de millimètre. J'ai fait, avec chaque échantillon, trois lames rectangulaires. Sur une carte de dimension $\frac{9}{12}$, j'ai collé six petites lamelles de platine de $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, de 2^{mm} de largeur.

» Sur chaque lamelle-platine, j'ai disposé deux des lames d'un même échantillon, en les faisant mordre l'une sur l'autre, de façon à avoir au milieu deux épaisseurs. En travers, au milieu et perpendiculaire aux deux premières, j'ai disposé la troisième lame. Cette disposition me permettait d'avoir au centre de figure trois épaisseurs, soit $1^{mm},35$: de chaque côté du centre, deux épaisseurs, soit $\frac{9}{10}$ de millimètre, et aux quatre extrémités une seule épaisseur, soit $\frac{45}{100}$.

» Cet ensemble a été placé sur un châssis en bois qui renfermait la plaque photographique. Le tout était recouvert d'un papier noir, pour empêcher l'action directe de la lumière émise par le tube de Crookes et de la lumière diffuse de la pièce sur les

verres mis en expérience. Les échantillons de verre avaient eux-mêmes été maintenus dans l'obscurité pendant deux jours.

» Le tube de Crookes était placé, sa paroi à 20^{cm} de la surface du châssis. Le courant qui passait dans la bobine d'induction était fourni par trois accumulateurs ; un ampère-mètre, placé dans le circuit, indiquait 5 ampères.

» Durée de l'expérience, soixante minutes.

» Le tube de Crookes était enveloppé extérieurement, jusqu'au niveau du plan passant par la surface de la cathode, d'un papier d'étain, dispositif de M. Hurmuzescu, ayant pour but d'augmenter le rendement du tube.

» Les six échantillons mis en expérience étaient les suivants :

Fluorescence	(vert d'eau)	A, verre à base de soude, de potasse et de chaux.
»	(bleu)	B, cristal.
»	(vert d'eau clair)	C, verre ternaire à base de soude, de potasse et de chaux.
»	(vert jaune)	D, verre allemand.
		E, verre urane couleur claire.
		F, verre urane couleur très foncée.

» Le cliché développé permet de constater que :

» 1° Les trois verres A, C, D sont les plus perméables aux rayons de Röntgen, et cette perméabilité est très grande ;

» 2° Le cristal est réfractaire ;

» 3° Les deux échantillons verre urane se sont laissé traverser plus difficilement que les trois verres A, C, D ;

» 4° Le verre urane le plus foncé a été plus réfractaire que le verre urane de teinte claire.

» L'opacité du cristal s'explique facilement par la présence du plomb. Le peu de transparence des échantillons d'urane ne s'explique guère qu'en admettant la présence de matières étrangères, l'arsenic peut-être.

» On pourrait aussi trouver, dans ces résultats, une explication à cette remarque, qui a été déjà faite, que les verres à fluorescence bleue ne donnent pas de rayons de Röntgen ou en donnent peu. Ce pourrait être la paroi qui s'opposerait au passage de ces rayons. Le siège d'émission des rayons de Röntgen serait alors à l'intérieur du tube. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons de Röntgen.* Note de MM. **Ch. Girard** et **F. Bordas**, communiquée par M. d'Arsonval.

« Poursuivant nos expériences sur l'application des rayons de Röntgen à la détermination de certains produits entrant dans la composition des engins

explosifs, nous avons été conduits à enregistrer quelques points intéressants relatifs à l'origine de ces rayons.

» Nous avons placé un tube de Crookes, ayant la forme d'une poire, au centre d'une caisse rectangulaire en bois, entièrement recouverte de plomb. (Les dimensions de la caisse étaient telles que le tube de Crookes, placé au centre de la caisse, se trouvait à peu près à égale distance de toutes les faces.)

» Sur chaque paroi et vers la partie médiane, nous avons pratiqué un orifice circulaire de 2^{cm} de diamètre. Les clichés fournis par les parties latérales du tube de Crookes représentaient l'image du tube, avec deux zones circulaires correspondant à l'anode et à la cathode.

» Si, au lieu d'un diaphragme circulaire, on pratique un orifice en forme d'étoile, on obtient, sur la plaque, une image double de l'étoile.

» Enfin, si l'on place une lame de plomb dans la caisse, de telle façon qu'on intercepte les rayons émanant, soit de l'anode soit de la cathode, on obtient un seul cercle sur le cliché.

» Les épreuves produites par la partie inférieure du tube de Crookes offrent le maximum d'intensité au point de vue photographique.

» De ce qui précède, il semble résulter que les rayons de Röntgen émanent de l'anode et de la cathode, et que la fluorescence produite sur la paroi du tube de Crookes n'agit que faiblement sur les plaques sensibles. »

PHYSIQUE. — *Sur la technique de la photographie par les rayons* X. Note de MM. A. Imbert et H. Bertin-Sans, communiquée par M. d'Arsonval.

« Nous avons indiqué déjà, et démontré par les épreuves que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie, l'augmentation de netteté qui résulte de l'emploi d'un diaphragme pour la photographie par les rayons X. Or, il est utile, si l'on veut éviter des tâtonnements et des mécomptes, de connaître avec exactitude la région du tube de Crookes qui fournit en plus grande quantité les rayons utiles et en face de laquelle le diaphragme doit être placé. Nous avons employé, à cet effet, un procédé très simple qui donne, par une simple expérience, des renseignements exacts sur la valeur relative des divers points du tube employé.

» Ce procédé consiste à former un faisceau cylindrique de tubes métalliques d'une longueur de 2^{cm} à 3^{cm} et accolés les uns aux autres, à fixer ce faisceau dans une armature circulaire pratiquée dans une lame métallique assez épaisse pour être absolument opaque et à placer le tube de Crookes immédiatement au-dessus des tubes de cuivre que l'on fait d'autre part reposer sur une plaque sensible recouverte de plusieurs feuilles de papier aiguille. On met le tube en activité pendant un certain temps (trente

secondes dans nos expériences), puis on développe à la manière ordinaire. On obtient ainsi, à travers chacun des tubes de cuivre, une impression en rapport avec la valeur de la région correspondante du tube de Crookes, et la juxtaposition des impressions ainsi produites permet de juger facilement de la valeur relative des diverses régions du tube de Crookes.

» En examinant les épreuves positives jointes à cette Note et obtenues avec les trois tubes de Crookes que nous avons à notre disposition, on voit immédiatement que l'un d'eux (n° 2) est le meilleur des trois, que le n° 1 lui est très inférieur et que le n° 3 est le moins bon. Or ces trois tubes sont loin de présenter, au point de vue de la phosphorescence, des différences d'intensité lumineuse comparable à celles que les épreuves I, II et III mettent en évidence quant à l'émission des rayons X. Sans doute, pour un même tube, la quantité de rayons X émis par une région est d'autant plus grande que cette région est plus lumineuse, mais la quantité absolue des rayons X émis n'est pas en rapport direct avec l'intensité lumineuse de la région.

» De la comparaison de l'aspect de nos tubes avec les épreuves, il résulte que :

» Les tubes de Crookes peuvent avoir des valeurs très différentes que l'on ne peut pas reconnaître à la vue;

» Les rayons X sont surtout émis par les régions dont l'aspect est jaune verdâtre trouble. Il existe dans nos tubes, en face de la cathode, une région obscure qui est la base d'un cône dont le sommet est une saillie située au centre de la cathode, région d'où n'émanent que très peu de rayons X; c'est le centre de cette région obscure qui a toujours été sensiblement placé en face des centres du faisceau de tubes. Le tube n° 3 est à peu près également lumineux tout autour de cette région obscure, tandis que le n° 1 et surtout le n° 2 présentent, en un point de la périphérie de l'espace obscur, une région d'aspect plus trouble d'où les rayons X émanent en plus grande quantité. Cette région plus lumineuse se déplace quand on agit sur les rayons cathodiques intérieurs avec un aimant, mais conserve toujours la même position par rapport à l'électrode; elle paraît donc due, non à un état moléculaire particulier du verre, mais à une excitation plus énergique par la cathode. De là l'utilité qu'il y aura, ainsi que l'a prévu M. Poincaré dès la découverte de M. Röntgen, à employer des électrodes concaves.

» Nos épreuves montrent encore que, du moins avec nos tubes, il n'y a pas avantage, pour augmenter la netteté sans diminuer l'intensité du faisceau actif, à augmenter au delà d'une certaine valeur la distance du tube de Crookes à la plaque, tout en faisant croître le diamètre du diaphragme. Lorsque, en effet, le diaphragme a atteint un certain diamètre, il laisse à découvert des régions peu actives et l'augmentation de distance s'accompagne alors d'une notable diminution de l'intensité du faisceau utile.

» Il sera avantageux, par contre, si l'on veut utiliser toute la région la plus active, de faire usage d'une sorte de diaphragme irien construit de telle sorte que l'on puisse donner à son ouverture une forme identique à celle de la portion la plus active du tube employé.

» En diminuant la distance du tube de Crookes à la plaque sensible, on augmente, il est vrai, pour un même objet à photographier, l'obliquité des rayons qui rasent les contours de l'objet, ce qui augmente la longueur des ombres dont la photographie se compose et peut faire craindre une intensité trop faible des rayons obliques qui donnent ces ombres. Mais, d'une part, nous nous sommes assurés, par des expériences directes, que la région utile du tube de Crookes envoie des rayons X d'intensités sensiblement égales, suivant toutes des directions qui ne font pas avec la normale un angle supérieur à 35° ou 40°; d'autre part, dans les applications médicales, on diminuera la longueur des ombres, lorsqu'on photographiera une région épaisse, en se servant, non plus de plaques en verre, mais de pellicules flexibles ou de papier sensible avec lesquels on entourera partiellement le membre exploré.

» Nous ajouterons encore que nos tubes paraissent s'améliorer à l'usage et que le tube n° 2, en particulier, présente depuis quelques jours, pendant qu'il fonctionne et dans la région la plus active, une teinte brun jaunâtre qui nous paraît caractéristique de l'intensité d'émission des rayons X [1]. »

M. d'Arsonval ajoute les remarques suivantes :

« L'ampoule de Crookes est très rapidement perforée, lorsqu'on emploie des courants intenses, au niveau du point où les rayons cathodiques frappent le verre, par suite de l'échauffement intense qui en résulte. J'évite cet inconvénient en plongeant cette partie de l'ampoule dans une capsule en celluloïd remplie d'eau. Le tout est très transparent pour les rayons X. En employant la haute fréquence et une ampoule très allongée, on n'a plus besoin d'électrodes : la capsule pleine d'eau sert d'électrode inférieure; on constitue l'électrode supérieure en coiffant le haut de l'ampoule d'un manchon de caoutchouc également rempli d'eau. Dans ces conditions, l'ampoule ne contenant aucun corps métallique, ses parois ne se colorent pas et l'on peut pousser le courant sans aucun risque. Par ces dispositions, on arrive facilement à préserver l'appareil et à décupler sa puissance. »

[1] Nous avons obtenu, avec le tube n° 2, des photographies de poignet et de coude, chez l'enfant et chez l'adulte, d'une netteté comparable à celle des photographies de main que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans la séance du 17 février dernier.

PHYSIQUE. — *Sur les centres d'émission des rayons X.* Note du Prince B. Galitzine et de M. de Karnojitzky, présentée par M. L. Cailletet. (Extrait.)

« Une plaque de bois est divisée en carrés de 1cm de côté; à chaque angle de ces carrés, on introduit de petits clous de même hauteur. Cette planche est placée sur une plaque photographique, contenue dans une enveloppe imperméable à la lumière ordinaire. Au-dessus des clous on dispose, à une très petite distance, des tubes de Crookes de formes diverses, en traçant sur la planche de bois les contours du tube au moyen d'un fil de plomb.

» L'examen des épreuves ainsi obtenues permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° La surface d'émission est très petite;

» 2° Le centre d'émission ne correspond pas à la surface du tube, mais se trouve à l'intérieur, à une distance de quelques millimètres de la paroi;

» 3° Il est fort possible que, outre le centre d'émission, qui correspond à la cathode, il y en ait un autre qui dérive de l'anode. »

PHYSIQUE. — *Sur la direction des rayons X.* Note de M. Abel Buguet, présentée par M. Henri Moissan.

« Les épreuves qui accompagnent cette Note ont été obtenues à l'aide de plaques photographiques couvertes de papier noir et d'une lame de liège dans laquelle sont piqués des clous de 2cm. La plaque est à 6cm, parallèle à un tube de Crookes cylindrique portant une électrode à un bout, tandis que la seconde s'épanouit à l'intérieur, près de l'autre extrémité.

» La première épreuve a été obtenue lorsque l'électrode terminale faisait fonction de cathode. La fluorescence était vive autour de la cathode, bien moindre au delà de l'anode. Chaque clou a porté une ou plusieurs ombres, dont les directions montrent que les rayons X ne viennent pas de l'anode, mais des régions fluorescentes.

» L'anode était à l'autre bout, lorsque les deux dernières images ont été obtenues; la fluorescence se voyait surtout au milieu du tube. C'est là que convergent les plus fortes pénombres dans l'épreuve.

» Pour obtenir la troisième image, on a diaphragmé à l'aide de lames de verre épaisses, de façon à ne laisser découvert que le milieu fluorescent du tube. Toutes les ombres y convergent.

» D'autres études du flux des rayons X, pour des distances croissantes de la plaque au tube, à partir du contact, ont donné les mêmes résultats, d'accord avec l'opinion de M. Röntgen : que les rayons X n'émanent pas directement des électrodes.

» Accidentellement on observe sur les plaques les images de Trouvelot, lorsque des étincelles jaillissent des rhéophores vers les enveloppes de la plaque, ce qui est très fréquent lorsque plaque et tube sont très rapprochés. »

PHOTOGRAPHIE. — *Photographie en couleurs; substitution de couleurs organiques à l'argent réduit des épreuves photographiques*. Note de M. **Georges-Adolphe Richard**, présentée par M. H. Becquerel.

« Les essais tentés jusqu'à ce jour pour obtenir *par synthèse* des épreuves positives durables ne semblent pas avoir conduit à une méthode pleinement satisfaisante. Autant il est facile d'avoir les trois négatifs (Ducos du Hauron) correspondant à chacun des monochromes élémentaires, jaune, rouge et bleu, du sujet, autant il est difficile d'obtenir avec ces trois négatifs un positif sur verre irréprochable, dont les couleurs soient pures et fixes.

» MM. Lumière, dans une récente Communication à la Société française de Photographie et intitulée *La Photographie des couleurs, ses méthodes et ses résultats,* ont exposé l'état actuel de la question. Après avoir rappelé la découverte mémorable de M. Lippmann qui a conduit à la méthode directe, MM. Lumière ont relaté les essais très complets qu'ils ont faits par la méthode indirecte. D'après ces auteurs, cette dernière méthode n'a pas encore donné des épreuves positives parfaites au point de vue de la stabilité des teintes.

» Les recherches que nous venons d'entreprendre nous-même, dans une voie toute nouvelle, nous ont amené à une conclusion différente. La substitution des couleurs à l'argent réduit nous a permis d'obtenir des épreuves fixes, à tons purs et identiques à ceux du modèle.

» Voici comment nous procédons :

» Nous faisons la sélection des trois couleurs élémentaires d'après le procédé Ducos du Hauron ; nous avons ainsi trois négatifs, dont nous tirons les contretypes sur trois supports différents, émulsionnés au gélatino-bromure. Ces épreuves nous donnent en noir les intensités relatives des rouges, des jaunes et des bleus du sujet. Puis nous substituons à l'argent réduit, contenu dans la gélatine de ces positifs ordinaires, une matière colorante organique, rouge pour l'un d'eux, jaune pour l'autre et bleu pour le troisième. La superposition de ces trois monochromes donne toutes les finesses de tons du sujet.

» La substitution d'une couleur organique à l'argent réduit peut être réalisée :

» 1° Par la transformation chimique du dépôt argentique en un sel capable de fixer ou de précipiter la couleur que l'on veut employer : le positif ainsi mordancé ne retient la couleur qu'aux endroits antérieurement noirs, et cela proportionnellement à l'intensité de ces noirs ;

» 2° Par la transformation de l'argent en un sel capable de réagir sur les dérivés de la houille, pour former ainsi sur place des couleurs organiques artificielles.

» Ces deux modes de substitution, où les réactions chimiques contribuent seules au résultat, n'ont rien de commun avec les procédés employés jusqu'à ce jour, puisque la lumière n'intervient pas dans la formation ou la fixation de la couleur.

» Les clichés positifs sont faits sur plaques et pellicules au gélatinobromure, que l'on trouve partout dans le commerce : l'obtention de ces épreuves ne nécessite donc aucune indication particulière. Disons, toutefois, que l'une d'elles est faite sur pellicule et que les deux autres sont faites sur verre. L'une de ces dernières doit reproduire l'image inversée du sujet, de façon que les deux clichés sur verre soient superposables lorsque leurs surfaces gélatinées sont mises en regard. Le positif sur pellicule est destiné à être placé entre les deux autres.

» Le repérage ne présente aucune difficulté ; l'indépendance des monochromes le rend des plus simples et permet en outre d'apprécier la valeur de chacun des clichés avant de passer à leur coloration, facilité qui n'existait pas dans les procédés employés antérieurement. Ainsi, dans la méthode par les trois couchages successifs sur un même support, il est rarement possible de tirer parti d'une épreuve dans laquelle domine une des couleurs élémentaires. Supposons que l'un des monochromes qui se trouvent en dessous ne soit pas à sa valeur, ce dont on ne s'apercevra qu'après l'achèvement du troisième monochrome : l'ensemble est inutilisable et l'on n'a plus d'autre ressource que de recommencer la série des opérations. Au contraire, nous avons toute latitude pour modifier ou changer nos épreuves colorées, puisqu'elles ont toutes trois un support particulier.

» Notre méthode nous paraît avoir, sur les bichromatages successifs employés d'abord par MM. Lumière, l'avantage de ne nécessiter aucune préparation spéciale de la gélatine : on fait usage de plaques et de pellicules du commerce. Elle n'a pas l'inconvénient du procédé au diazosulfite

de fer, auquel ils ont depuis eu recours : les couleurs de nos épreuves sont d'une stabilité absolue, tandis que les images au diazosulfite sont mal fixées et ne se conservent pas. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote et de l'air sur le chlorure de bismuth.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« L'action du peroxyde d'azote a été mentionnée par M. Besson comme donnant, à froid, un composé contenant des vapeurs nitreuses et décomposable par l'eau [1].

» Du trichlorure de bismuth, préparé par l'action du chlore sur le bismuth légèrement chauffé, a été recueilli dans un flacon soigneusement desséché. On y faisait le vide pendant un certain temps pour débarrasser le chlorure de bismuth de l'excès de chlore qu'il pouvait contenir. Ensuite, un poids déterminé de substance fut placé dans une nacelle qu'on introduisait dans un tube de verre parcouru par un courant de peroxyde d'azote. Ce gaz provenait de la calcination d'azotate de plomb bien desséché et traversait, en outre, une longue colonne de chlorure de calcium renfermant une petite quantité de chaux vive. Dans ces conditions, en opérant à température ordinaire, après très peu de temps, le chlorure de bismuth se colore en jaune, en absorbant du peroxyde d'azote. Cette absorption est assez rapide pour pouvoir déterminer synthétiquement la formule du composé. Je rapporte ici mes résultats d'expériences :

	Matière.	Augmentation de poids après		Composition centésimale du corps correspondant à l'absorption maxima.
A.	1,629	6 heures	0,211	
		10 heures	0,227	$BiCl^3 = 88,28$
		14 heures	0,227	$AzO^2 = 11,72$
B.	1,245	8 heures	0,171	$BiCl^3 = 87,99$
		10 heures	0,171	$AzO^2 = 12,01$
C.	1,401	après absorption maxima		$BiCl^3 = 87,55$
			0,918	$AzO^2 = 12,45$

[1] Besson, *Bull. Soc. chim.*, t. I, année 1889.

» La formule $BiCl^3, AzO^2$ donne, pour 100, les nombres suivants :

$$BiCl^3 = 87,20,$$
$$AzO^2 = 12,80.$$

» Le corps ainsi obtenu est d'un beau jaune, s'altérant rapidement à l'air humide en perdant des vapeurs nitreuses, mais il est inaltérable à l'air sec et ne perd pas trace de gaz dans le vide. Mis au contact de l'eau, il dégage quelques bulles gazeuses; bientôt le dégagement cesse en même temps qu'il se forme des oxychlorures de bismuth. Il est probable que cette masse emprisonne en son sein une quantité de gaz assez notable pendant un temps suffisant pour permettre à celui-ci de se dissoudre à l'état d'acide azotique et d'acide azoteux. On peut, du reste, déceler facilement ces acides dans la liqueur. Ce corps réagit sur les matières organiques, mais son action semble être fort complexe.

» Toute différente est l'action exercée par le peroxyde d'azote à température plus élevée. Ce gaz reprend ici son caractère oxydant et Muir [1] a montré que le chlorure de bismuth était transformé facilement en oxychlorure. En opérant à la température de fusion du chlorure de bismuth, il a obtenu une poudre jaune rougeâtre très bien cristallisée et qu'il est très facile de reproduire. Il la considère comme identique au corps obtenu en chauffant du chlorure de bismuth à l'air.

» J'ai repris ces expériences et me suis placé dans des conditions analogues à celles où il avait lui-même opéré.

» L'oxychlorure qui se forme toujours, soit par l'action de l'air, soit par l'action de l'hypoazotide, est le même que celui qui se forme par l'action de l'eau (en quantité suffisante) sur le trichlorure; c'est $BiOCl$. Muir a assigné à ce composé la formule

$$Bi^3Cl^3O^2,$$

ou *plus exactement la formule*

$$Bi^nCl^nO^{n-1},$$

où n peut prendre toutes les valeurs depuis $n = 3$ jusqu'à $n = 7$. Il ne s'est pas aperçu sans doute que les analyses qu'il donne concordent bien mieux avec la formule $BiOCl$ qu'avec celles qu'il propose (tout au moins pour le corps obtenu à l'air).

(1) MUIR, *Bull. Soc. chim. de Londres,* années 1876-77.

» Je rapporte ici les différentes analyses :

	D'après Muir (corps obtenu à l'air).		D'après l'auteur.		
Bi	80,73	81,09	80,14	80,21	80,07
Cl	13,39	13,51	13,30	13,49	13,57

» Le calcul des formules donne

$Bi^3Cl^3O^3$.	BiOCl.
81,98	80,17
13,86	13,66

» L'analyse du composé préparé par l'action de l'hypoazotide m'a donné

Bi	80,17
Cl	13,47

» Les analyses ont été faites en traitant l'oxychlorure par un mélange d'azotate d'argent et d'acide azotique concentré. Le chlore est ainsi totalement précipité, le bismuth reste dissous. Il suffit ensuite dans la liqueur de le précipiter par l'ammoniaque en excès qui, dans ces conditions, ne précipite pas l'argent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les modifications apportées au grisoumètre et sur la limite d'approximation qu'il peut donner.* Note de M. **J. Coquillion**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, comment j'avais pu déceler dans une atmosphère donnée $\frac{1}{10,000}$ de méthane ou grisou des mineurs; voici la disposition que j'ai adoptée définitivement et qui m'a paru la plus simple et la plus pratique :

» A la cloche centrale qui forme l'appareil primitif, fermée par un bouchon en caoutchouc muni de trois trous, dont deux contiennent des tiges en laiton supportant une spirale de platine et le troisième un tube gradué, il suffit de pratiquer dans le bouchon un quatrième trou donnant passage à un tube montant jusqu'en haut de la cloche et se recourbant au sortir du bouchon pour se rattacher, d'une part, à un petit réservoir reposant sur une terrine pleine d'eau, de l'autre, à un tube plongeant dans l'eau de la terrine; c'est par ce tube que le gaz rentrera ou sera expulsé. Quant au tube gradué, il porte à la suite des divisions une ampoule pour permettre la dilatation du gaz, il se continue, par une partie courbe reliée par un

caoutchouc, à un flacon élévateur ou abaisseur. Le gros bocal est remplacé par un manchon en verre où l'on établit une circulation d'eau. La manœuvre des robinets placés au-dessus de la cloche et sur le trajet du tube qui plonge dans l'eau, permet par l'élévation et l'abaissement du flacon, de remplir d'eau ou de gaz la cloche centrale ainsi que le tube qui monte au sommet. Quand tout est rempli de gaz jusqu'à une division déterminée, on ferme les robinets, on pose le flacon, et on attend que le niveau de l'eau soit bien fixe, ce qui arrive lorsque l'équilibre de température est établi.

» On doit s'assurer d'abord du temps nécessaire pour que le niveau de l'eau revienne au même point lorsqu'on a fait rougir le fil de platine; à cet effet, on introduit de l'air dans l'appareil, on fait rougir pendant vingt-cinq ou trente secondes, à deux reprises séparées par un intervalle d'une ou deux secondes, et on observe le temps que le gaz met à revenir au même point; c'est dix ou douze minutes en général. Je me suis servi d'une petite machine Gramme, que l'on fait tourner assez rapidement, de façon à arriver au rouge blanc.

» J'ai répété mes expériences sur le formène ou méthane, puis sur l'hydrogène et l'oxyde de carbone.

» *Formène ou méthane; hydrogène.* — J'ai dit comment j'avais opéré avec le premier de ces gaz, j'ai fait de même pour l'hydrogène, j'en ai transvasé 10^{cc} dans 990^{cc} d'air, j'ai pris à nouveau 10^{cc} du mélange que j'ai transvasé dans un nouveau bocal contenant environ 990^{cc} d'air. Ce dernier mélange est donc au $10\,000^{e}$. Il a été introduit dans le grisoumètre; j'ai fait rougir à blanc le fil de platine, et, au bout de dix à douze minutes, le niveau de l'eau avait dépassé de plusieurs millimètres le niveau primitif, un peu moins dans le cas de l'hydrogène que dans le cas du formène, ce qui est conforme à la théorie.

» *Oxyde de carbone.* — En essayant de déceler $\frac{1}{10.000}$ de ce gaz dans l'air, le volume gazeux n'a guère dépassé le niveau primitif; mais, en introduisant 5^{cc} de ce gaz dans un litre d'air et faisant passer ce mélange dans le grisoumètre, j'ai obtenu une diminution de volume très apparente. En donnant des dimensions différentes aux deux parties de l'appareil, cloche centrale et tube gradué, on arriverait sans doute à déceler ces petites quantités.

» En résumé, pour de petites proportions de gaz combustibles, l'appareil est d'une grande exactitude. Toutes les pièces sont faciles à remplacer. Quant à la graduation, on peut la vérifier, en introduisant dans l'appareil un mélange connu, le soumettant à l'action du fil et observant la diminution de volume, ou, comme l'a fait M. Gréhant, en remplissant d'eau l'appareil et la laissant écouler dans une éprouvette graduée. Si l'on veut se contenter d'une approximation de $\frac{1}{1000}$, on l'obtiendra à un dixième près. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'argon dans les gaz de la vessie natatoire des Poissons et des Physalies.* Note de MM. **Th. Schlœsing fils** et **Jules Richard**, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de la dernière campagne effectuée dans l'Atlantique par la *Princesse-Alice,* l'un de nous a recueilli des gaz provenant de la vessie natatoire de Physalies et de Poissons habitant à diverses profondeurs ([1]). Il a dosé, dans un assez grand nombre d'échantillons, l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote et obtenu, en moyenne, des résultats tels que les suivants :

Profondeurs auxquelles les animaux ont été pris.	*Polyprion Cernium* V. Surface.	*Physalies.* Surface.	*Murœna helena* L. 88m.	*Synaphobranchus pinnatus* Gr. 900m.	*Synaphobranchus pinnatus* Gr. 1385m.	
Acide carbonique...	2,2	0,0	6,4	3,1	0,0	3,6
Oxygène..........	18,8	12,2	73,1	75,1	78,4	84,6
Azote............	79,0	87,8	20,5	21,8	21,6	11,8

» A propos de ces chiffres, nous ferons seulement remarquer l'abondance de l'oxygène dans la vessie natatoire de Poissons tirés des profondeurs. Il n'est pas certain qu'elle s'observerait dans les conditions normales de leur existence. Elle peut tenir à ce que, durant l'ascension des nasses, ascension qui se faisait à raison de 1000m par heure, de l'oxygène a été abandonné par l'hémoglobine sous l'influence de la décompression.

» Notre but aujourd'hui est surtout de présenter les résultats que nous a fournis le dosage de l'argon dans les gaz des vessies natatoires.

» Nous disposions de trois échantillons, dont voici la provenance et la composition en acide carbonique, oxygène et azote ([2]) :

	Physalies prises à la surface de la mer.	Murènes prises à 88m de profondeur.	*Synaphobranchus* pris à 1385m de profondeur.
Acide carbonique pour 100..........	1,7	7,1	6,1
Oxygène..........................	15,1	85,7	79,6
Azote (et argon)..................	83,2	7,2	14,3

([1]) *Comptes rendus,* 1er avril 1895, et *Bulletin du Muséum,* séance du 28 janvier 1896.

([2]) Sur l'un des échantillons, le troisième, a été exécutée une analyse eudiométrique qui a montré l'absence de tout gaz combustible.

» Après absorption de l'acide carbonique et de l'oxygène, il nous est resté les quantités de gaz suivantes :

	Physalies.	Murènes.	*Synaphobranchus.*
A 0° et 760mm	410cc,3	19cc,4	27cc,8

quantités sur lesquelles nous avons entrepris le dosage de l'argon suivant un procédé précédemment décrit (1). Nous avons obtenu 4cc,83, 0cc,36 et 0cc,54 de résidus gazeux non absorbables par le magnésium au rouge et ne s'unissant pas à l'oxygène sous l'influence de l'étincelle d'une bobine Ruhmkorff en présence de potasse. Introduits à la pression de quelques millimètres de mercure dans des tubes de Plücker, ces résidus ont fourni des spectres où se reconnaissaient manifestement les raies de l'argon; nous n'y avons pas aperçu celles de l'hélium. Nous les considérons comme consistant essentiellement en argon. Rapportons leurs volumes à ceux des gaz traités; nous avons :

	Physalies.	Murènes.	*Synaphobranchus.*
$\frac{\text{argon}}{\text{azote + argon}}$	$\frac{4^{cc},83}{410,3} = 1,18\ \%$	$\frac{0^{cc},36}{19^{cc},4} = 1,85\ \%$	$\frac{0^{cc},54}{27^{cc},8} = 1,94\ \%$

» Dans l'air normal, on trouve par le même procédé de dosage, sans correction, $1^{vol},184$ d'argon pour 100 volumes du mélange d'azote et d'argon.

» Les taux pour 100 de 1,85 et 1,94 ont été obtenus avec des quantités de gaz si minimes, qu'on n'oserait dire qu'ils sont très exacts. Ils prouvent néanmoins que l'argon est présent dans l'organisme d'animaux vivant à des profondeurs qui dépassent 1300^{m} et qu'il s'y rencontre en proportion à peu près de même ordre, par rapport à l'azote, que dans notre atmosphère. Il eût été intéressant d'examiner, au point de vue de la teneur en argon, les gaz dissous dans l'eau (2), constituant le milieu ambiant pour ces animaux, en même temps que les gaz des vessies natatoires. C'est une étude sur laquelle il sera peut-être possible de revenir ultérieurement.

» Quant au taux de 1,18 pour 100, présenté par des Physalies prises à la surface de l'eau, il peut être considéré comme exactement déterminé. Il est, on le voit, à très peu près identique au taux de l'argon dans l'air normal.

» La vessie natatoire des Physalies est, comme on sait, pourvue d'un orifice qui est susceptible de se fermer et de s'ouvrir, et sur le rôle duquel on n'est pas bien fixé. Laisse-il entrer l'air extérieur? L'identité que nous

---

(1) *Comptes rendus*, 14 octobre 1895.

(2) MM. Troost et Ouvrard ont déjà constaté la présence de l'argon, et aussi de traces d'hélium, dans les gaz dissous par l'eau de mer de la surface (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 799).

trouvons, pour le rapport de l'argon à l'azote, entre les gaz internes de la vessie et l'air normal, n'exige pas qu'on réponde à la question par l'affirmative. Elle s'accorde soit avec la pénétration directe de l'air extérieur par l'orifice dont il s'agit, soit avec la diffusion de l'azote et de l'argon, traversant divers organes pour parvenir à la vessie, l'ensemble de ces organes laissant passer l'argon et l'azote de telle manière que le rapport qu'ils offrent dans l'air originel ne soit pas finalement altéré; dans le second cas, si l'argon et l'azote se retrouvent avec ce même rapport, c'est vraisemblablement qu'ils ne prennent part à aucune action chimique dans l'organisme. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude thermochimique des amides et des sels ammoniacaux de quelques acides chlorés*. Note de M. **Paul Rivals**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai déterminé les chaleurs de combustion des amides chloracétique, trichloracétique et ortho-chlorobenzoïque. J'ai mesuré, d'autre part, les chaleurs de neutralisation par l'ammoniaque des acides chloracétique, trichloracétique, benzoïque et chlorobenzoïque. J'ai essayé vainement d'obtenir purs et exempts d'eau les sels ammoniacaux de ces acides; il eût été intéressant de comparer les chaleurs de formation de ces sels à celles des amides correspondants.

» *Chaleurs de neutralisation.* — J'ai trouvé :

			Cal
Ac. monochloracétique	dissous [2L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+12,7
Ac. trichloracétique	dissous [4L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+13,1
Ac. benzoïque	dissous [60L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+12,1
Ac. chlorobenzoïque	dissous [100L.] + AzH^3 diss. [2L.]	dégage....	+13,1

» Ces nombres confirment les résultats obtenus en neutralisant ces mêmes acides par la potasse ou par la soude : la chaleur de neutralisation par l'ammoniaque est la même pour l'acide benzoïque et pour l'acide acétique; la substitution du chlore dans ces deux acides a pour conséquence un accroissement notable de la chaleur de neutralisation.

» *Chaleurs de formation des amides chlorés.* — Les amides chloracétique, trichloracétique et orthochlorobenzoïque ont été brûlés dans la bombe calorimétrique en présence d'une solution d'acide arsénieux. J'ai dû faciliter la combustion des amides acétiques chlorés par l'addition à la substance d'un poids connu de camphre.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

1gr de chloracétamide dégage en brûlant	+ 2599
1gr de trichloracétamide dégage en brûlant	+ 1020
1gr de benzamide chloré » »	+ 5200

» De ces nombres, je déduis les chaleurs de combustion moléculaires et les chaleurs de formation à partir des éléments des amides chlorés :

	Chaleur de combustion à volume constant.	Chaleur de combustion à pression constante.	Chaleur de formation à partir des éléments.
	Cal	Cal	Cal
Chloracétamide	+ 243	+ 242,9	+ 88,6
Trichloracétamide	+ 165,9	+ 165,2	+ 107,1
Benzamide chloré	+ 808,6	+ 808,5	+ 63,5

» Si l'on compare les chaleurs de formation (à partir des éléments) de ces amides à celles des sels ammoniacaux dissous, on obtient les différences suivantes :

Chloracétate d'ammoniaque dissous	$+157^{\text{Cal}},3 = 88,6 + 68^{\text{Cal}},7$
Trichloracétate d'ammoniaque dissous	$+181,7 = 107,1 + 74,6$
Chlorobenzoate » »	$+130,9 = 63,5 + 67,4$

» Ces différences sont très voisines de la chaleur de formation de l'eau ($+69^{\text{Cal}}$) mise en liberté dans le dédoublement du sel ammoniacal; il résulte de ces nombres que le monochloracétate et le chlorobenzoate d'ammoniaque seraient particulièrement instables; en fait, ces deux sels n'ont pas encore été obtenus.

» Calculons maintenant la chaleur dégagée par la formation des amides chlorés à partir de l'acide solide et de l'ammoniaque gazeuse. Nous trouvons :

$C^2H^3ClO^2$ sol. + AzH^3 gaz = C^2H^2ClO, AzH^2 sol. + H^2O liq. ...... $+19^{\text{Cal}},5$

$C^2Cl^3O^2H$ sol. + AzH^3 gaz = C^2Cl^3O, AzH^2 sol. + H^2O liq. ...... $+19,2$

$C^2H^5ClO^2$ sol. + AzH^3 gaz = C^2H^4ClO, AzH^2 sol. + H^2O liq. ...... $+17,3$

» Les mêmes réactions donnent, pour la formation de l'acétamide et du benzamide à partir des acides solides, des dégagements de chaleur de 12^{Cal} (MM. Berthelot et Fogh), tandis que la formation du formamide correspond à un dégagement de chaleur de $17^{\text{Cal}},9$, et celle de l'oxamide, à 46^{Cal}, soit $23^{\text{Cal}} \times 2$. Ainsi l'étude thermique de la formation des amides chlorés,

comme celle de la formation des sels des acides chlorés, conduit à différencier les acides acétiques chlorés et l'acide chlorobenzoïque des acides acétique et benzoïque, et à les rapprocher des acides formique et oxalique, c'est-à-dire des acides forts. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la détermination de l'acidité des produits pyroligneux.* Note de M. SCHEURER-KESTNER, présentée par M. Friedel.

« L'acide pyroligneux brut, provenant de la distillation des bois durs en vase clos, renferme essentiellement de l'acide acétique; mais cet acide y est accompagné d'un grand nombre de corps, dont la composition n'a été déterminée qu'en partie.

» Il s'y rencontre, notamment, des éthers composés, dont le radical acide est l'acétyle, ainsi que des phénols.

» On a l'habitude, pour doser l'acide acétique dans l'acide pyroligneux brut, de se servir d'une solution alcaline titrée; mais comme il importe, non seulement de connaître la quantité d'acide acétique tout formé qui existe dans l'acide brut, mais aussi la quantité d'acide acétique que les opérations ultérieures dégageront des éthers composés, comme l'acétate de méthyle, par exemple, le dosage par liqueurs titrées est insuffisant, à moins d'opérer de manière à faire rentrer dans le titre trouvé l'acide à provenir des éthers.

» Il est nécessaire aussi, dans cette analyse, de se mettre à l'abri des influences troublantes des phénols, qui agissent très souvent sur la liqueur sodique et sur l'indicateur coloré de manière à fausser la titration.

» On se trouve donc en présence de deux causes d'erreurs, mais qui agissent en sens contraire; c'est pour cette raison, sans doute, que jusqu'à présent on n'a pas été frappé, autant qu'elles le méritaient, des inexactitudes de la titration directe.

» L'acétate de méthyle, qui se trouve dans l'acide brut en quantités importantes, résiste à l'action de la soude titrée surtout.

» Cependant les chimistes, qui s'occupent de ces produits, ont remarqué qu'en partant du titre de l'acide pyroligneux brut, on ne retrouve pas dans les produits fabriqués et, dans les résidus abandonnés, les quantités d'acide acétique constatées par la titration de l'acide brut.

» Cette méthode d'analyse donne toujours un titre exagéré. L'influence des phénols sur la liqueur titrée l'emporte toujours sur l'influence con

traire de l'acétate de méthyle, masquant l'acide auquel il donnera naissance.

» Les expériences auxquelles j'ai procédé, dans le but d'éclaircir cette question, me semblent décisives.

» De l'acide pyroligneux brut a été titré directement au moyen d'une solution de soude caustique et en se servant comme indicateur de la phénolphtaléine. Le même acide, additionné d'un excès de soude titrée et bouilli pendant quelques heures en sa présence, a donné un titre bien plus élevé, par suite de la décomposition de l'acétate de méthyle et, peut-être, d'autres éthers-acides. La différence entre les deux titres permet de calculer la proportion d'acétate de méthyle contenu dans l'acide brut soumis à l'analyse. Cette proportion, déterminée sur des échantillons moyens représentant de grandes quantités d'acide brut a varié de 15 à 17 pour 100, c'est-à-dire que 15 à 17 pour 100 de l'acide acétique total contenu dans l'acide brut s'y trouvaient à l'état d'acétate de méthyle. Comme on voit, ces quantités ne sont pas négligeables.

» Quant aux phénols, leur influence sur la liqueur titrée est connue; néanmoins, l'expérience suivante est de nature à la mettre en lumière dans le cas spécial.

» De l'acide pyroligneux brut, limpide, a été renfermé dans un flacon bouché où il est resté pendant trente jours. Le fond du flacon s'est tapissé d'une couche huileuse à caractères phénoliques, rougissant le papier de tournesol. Le liquide a été titré, avant et après son séjour dans le flacon; on a reconnu une différence de 8 pour 100 entre les deux titres. Mais le liquide même, après ces trente jours de repos, renfermait encore de fortes quantités de phénols, restés en dissolution grâce à la présence des alcools et des éthers au sein du liquide acide.

» Pour se mettre à l'abri de ces deux causes d'erreurs, il faut à la fois séparer du liquide brut les phénols qu'il renferme, et décomposer son acétate de méthyle avant de procéder à la titration. On y arrive facilement en opérant de la manière suivante.

» On distille l'acide brut en présence d'acide phosphorique, pour que le produit distillé soit exempt des deux sources d'erreurs. L'acide phosphorique retient les phénols dans la cornue et décompose l'acétate de méthyle. Le liquide distillé est alors des plus faciles à titrer.

» On obtient, ainsi, des nombres qui sont toujours inférieurs aux nombres trouvés par la titration directe. La différence varie suivant que l'acide brut est plus ou moins chargé de phénols ou d'acétate de méthyle. Un échantillon moyen d'acide pyroligneux brut représentant plusieurs centaines de mille kilogrammes a donné une différence de 10,5 pour 100 entre les deux titres.

» On emploie 20^{gr} d'acide brut, qu'on additionne de 50^{gr} d'acide phosphorique à 15° Baumé; le mélange est introduit dans une cornue de verre, chauffée par une flamme Bunsen. On pousse la distillation jusqu'à ce qu'il ne reste plus que peu de liquide dans la cornue et l'on y ajoute, à deux reprises, 20^{cc} d'eau que l'on redistille. A la troisième reprise, l'opération est ordinairement achevée, ce qu'on reconnaît à ce que les gouttes

qui tombent du réfrigérant n'agissent plus d'une manière immédiate sur le papier de tournesol bleui. On réunit ces liquides, qu'on titre avec de la soude caustique, en se servant, comme indicateur, de tournesol ou de phénolphtaléine dont l'emploi donne des résultats plus nets.

» En résumé, des échantillons d'acide pyroligneux brut, que j'ai étudiés et qui représentaient un produit industriel, renfermaient jusqu'à 17 pour 100 de leur acide acétique total, sous forme d'acétate de méthyle, et une quantité de composés phénoliques dont les propriétés acides étaient supérieures à celles des quantités d'acide acétique correspondant aux 17 pour 100 d'acétate de méthyle.

» La titration directe de l'acide pyroligneux brut par une liqueur alcaline donne des résultats exagérés, dont l'exagération a atteint 10,5 pour 100, dans un échantillon industriel moyen, mais peut dépasser cette proportion dans des acides bruts très chargés de composés phénoliques.

» Le procédé à l'acide phosphorique s'applique au dosage de l'acide acétique dans le pyrolignite de fer et de l'acétate d'alumine. J'emploie, à cet effet, 20^{gr} du sel et 50^{gr} d'acide phosphorique, en prenant les mêmes précautions pour la distillation. Ce n'est, du reste, qu'une extension du procédé de M. Frésénius, qui a recommandé l'emploi de l'acide phosphorique dans l'analyse de l'acétate de chaux, parce que son emploi n'introduit pas d'acide minéral dans l'acide acétique obtenu, et dispense de l'y doser. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle série de sulfophosphures; les thiophosphites.* Note de M. **Ferrand**, présentée par M. Friedel.

« J'ai obtenu, en chauffant, suivant la méthode de M. Friedel, des mélanges de soufre, de phosphore rouge et des différents métaux, une série de composés correspondant à la formule générale $PS^3M'^3$, dont la formule de constitution serait, par analogie avec les composés oxygénés correspondants,

$$P(OM')^3, P(SM')^3.$$

» *Thiophosphite cuivreux :* $(PS^3)^2Cu^6$. — Ce sulfophosphure s'obtient assez facilement en chauffant le mélange des trois éléments en proportions correspondant à la formule, au rouge, pendant vingt heures, en vase clos. Il se présente sous la forme de cristaux brillants doués de l'éclat métallique, mais rouges quand on les regarde par transparence. Ils paraissent octaédriques. Assez stable, il se décompose, cependant, lentement à l'air humide.

» J'ai cherché, mais en vain, à préparer le composé cuivrique $(PS^3)^2Cu^3$.

» *Thiophosphite de fer :* $(PS^3)^2Fe^3$. — Pour préparer ce sulfophosphure, j'ai eu recours à l'action de la chaleur sur un mélange de sulfure de fer, de soufre et de phosphore. Il se présente sous la forme de petites lamelles cristallines noires, douées de l'éclat métallique et appartenant au système hexagonal. C'est un composé assez stable et qui résiste d'une manière assez marquée à l'action des acides et des alcalis.

» *Thiophosphite d'argent :* PS^3Ag^3. — Je n'ai pas pu obtenir ce composé à l'état cristallisé. Il se présente sous la forme d'une masse noire, vitreuse, mais qui diffère nettement du sulfure d'argent par sa résistance aux agents chimiques.

» *Thiophosphite de nickel :* $(PS^3)^2Ni^3$. — Je n'ai pas réussi à obtenir ce composé, mais j'ai pu préparer un sulfophosphure dont la formule PS^3Ni^3 est assez inattendue. On ne connaît pas, en effet, d'exemple d'une semblable combinaison. C'est un solide brun foncé, nettement cristallisé, mais peu stable à l'air humide; l'acide azotique ne l'attaque qu'assez difficilement.

» *Thiophosphite de chrome :* $(PS^3)^2Cr^3$. — On obtient très facilement ce thiophosphite en chauffant, pendant une vingtaine d'heures, un mélange des trois éléments en proportions correspondant à la formule. C'est une poudre cristalline noire très brillante, assez stable à l'air humide et qu'il est très difficile d'attaquer par les acides.

» *Thiophosphite de zinc :* $(PS^3)^2Zn^3$. — Solide cristallisé en lamelles jaune clair appartenant au système hexagonal. Il se décompose très rapidement à l'air humide et les acides l'attaquent très violemment.

» *Thiophosphite de cadmium :* $(PS^3)^2Cd^3$. — J'ai essayé, mais en vain, de préparer ce sulfophosphure. En chauffant le mélange de soufre et de phosphore avec du cadmium, ou avec du sulfure de cadmium, je n'ai jamais obtenu une combinaison complète.

» *Thiophosphite de mercure :* $(PS^3)^2Hg^3$. — J'ai préparé très facilement ce sulfophosphure, dont Baudrimont avait déjà signalé l'existence. C'est un solide cristallin rouge, peu stable à l'air humide, mais qui résiste à l'action de l'acide azotique froid. Je n'ai pas cependant pu l'obtenir parfaitement pur.

» J'ai essayé de préparer le thiophosphite mercureux PS^3Hg^3, mais mes tentatives réitérées n'ont pas été couronnées de succès.

» *Thiophosphite d'aluminium :* $(PS^3)^2Al^3$. — C'est un solide blanc, cristallisé en longues aiguilles. Il est extrêmement instable et impossible à conserver à l'air [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du triphénylsilicoprotane.* Note de M. Charles Combes, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, j'ai expliqué comment, en faisant réagir sur le silicichloroforme le benzène monobromé, on place autour de l'atome de silicium quatre radicaux phényle, et non pas trois, comme je le désirais.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

» J'ai songé alors à me servir d'une amine bromée, pensant que la présence de groupes basiques modifieraient peut-être l'aptitude réactionnelle de l'atome d'hydrogène fixé au silicium. C'est, en effet, ce qui est arrivé.

» J'ai employé la diméthylaniline parabromée. J'ai d'abord fait réagir ce corps sur le tétrachlorure de silicium, en présence du sodium.

» Il convient d'employer les proportions théoriques (1 molécule de $SiCl^4$, 4 molécules de diméthylaniline parabromée et 8 atomes de sodium en fils très fins). La réaction se fait dans l'éther sec. Aussitôt mélangés, le tétrachlorure de silicium et la parabromodiméthylaniline donnent lieu à un composé d'addition, qui se précipite en une masse cristalline volumineuse. On chauffe légèrement pour provoquer la réaction, qui, une fois commencée, se continue d'elle-même, et l'on est obligé de la modérer en refroidissant. Le précipité primitif se transforme peu à peu et, après quelques heures, tout le sodium est transformé en bromure. Le précipité est traité par l'eau, puis lavé à l'alcool. Enfin, on le dissout dans la ligroïne bouillante, qui, par refroidissement, laisse déposer un feutrage formé de fines aiguilles cristallines. Au microscope polarisant, on distingue de longs prismes éteignant la lumière polarisée dans le sens de leur longueur. Ce corps fond, en se décomposant, à 225°; il est très soluble dans le benzène à froid, soluble à chaud dans l'éther et dans la ligroïne. L'analyse lui assigne la formule

$$Si[C^6H^4Az(CH^3)^2]^4.$$

» En opérant de la même manière avec le silicichloroforme, on obtient un composé beaucoup plus soluble dans l'éther que le précédent. Pour l'extraire, on épuise le précipité par l'éther et l'on évapore la solution éthérée. Ce corps est purifié par cristallisation dans l'acétone. Il est très soluble dans l'éther, l'alcool, l'acétone et le benzène, très peu soluble dans la ligroïne. Il cristallise en petits prismes qui éteignent obliquement la lumière polarisée. Son point de fusion est 152°; l'analyse lui assigne la formule

$$HSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

» Ce composé ainsi que le précédent sont d'une stabilité comparable à celle des composés analogues du carbone.

» Ils se dissolvent dans les acides et sont précipités sans altération par les alcalis. Avec HCl, ils donnent des chlorhydrates cristallisés.

» Ces caractères ne permettent pas de douter qu'on ne doive leur attribuer les formules écrites plus haut et les considérer comme des dérivés phénylés du silicoprotane SiH^4; en particulier le composé fondant à 152° est l'analogue de la leucobase du violet hexaméthylé.

» En l'oxydant en solution chlorhydrique par le brome, le chlore ou le bioxyde de plomb, j'ai obtenu immédiatement des matières colorantes, mais j'ai reconnu que dans cette oxydation la molécule était détruite et que les matières colorantes étaient celles que l'on obtient en oxydant la

diméthylaniline. Il n'en est pas de même si l'on oxyde avec un oxydant plus doux, l'azotate mercureux par exemple.

» On dissout le dérivé triphénylé dans l'acide sulfurique très étendu, on ajoute de l'azotate mercureux tant qu'il se précipite du mercure, puis un peu de NaCl pour précipiter l'excès d'azotate mercureux.

» On filtre et l'on précipite par la soude. Le précipité est traité par l'alcool et se sépare en deux parties, l'une soluble dans l'alcool, l'autre insoluble.

» Je ne m'occuperai ici que de la portion soluble. Pour la purifier on la dissout dans l'éther et on laisse évaporer. On obtient ainsi des prismes volumineux qui retiennent de l'éther de cristallisation; chauffés à 100°, ils perdent cet éther et donnent une poudre blanche amorphe.

» Dans l'acétone, on obtient des prismes éteignant la lumière polarisée dans le sens de leur longueur.

» Ce corps a pour point de fusion 188°-189°. Il est très soluble dans le benzène, l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'acétone. L'analyse lui assigne la formule

$$HOSi[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3.$$

» Ce composé se dissout facilement dans les acides et l'on peut obtenir un chlorhydrate solide en faisant agir l'acide chlorhydrique sur sa solution éthérée. La solution dans les acides et le chlorhydrate solide lui-même sont incolores, contrairement à ce que l'on pouvait attendre; il reste à rechercher, et c'est ce que je m'occupe de faire, si cette absence de coloration est due au simple remplacement de l'atome de carbone central du triphénylméthane par un atome de silicium, ou si elle résulte d'une différence dans la constitution des chlorhydrates des rosanilines méthylées et du composé silicié correspondant (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence d'anis de Russie.* Note de MM. G. Bouchardat et Tardy.

« Nous avons établi que les portions de l'essence d'anis de Russie restant liquides à 5° renfermaient de l'aldéhyde anisique et une acétone, ainsi qu'un peu d'acide anisique. Nous avons depuis examiné les autres parties constituantes de ce produit.

» L'huile privée d'aldéhyde et d'acide a été chauffée pendant six heures à 100° avec la moitié de son poids de solution alcoolique de potasse, pour saponifier, s'il y en avait eu, des éthers complexes. L'huile, précipitée et lavée à l'eau, a été soumise à la distilla-

(1) Travail fait à l'École municipale de Physique et de Chimie.

tion jusqu'à 235° sous la pression ordinaire, puis au delà sous pression réduite à 6^{cm} de mercure.

» Après chaque distillation, certaines portions ont été refroidies à —15° et ont déposé des cristaux de camphre anisique, d'une part, pour les portions passant de 185° à 195°; d'anéthol pour les portions passant de 250° à 255°, d'autre part. Le pouvoir rotatoire très élevé des portions recueillies jusqu'à 205° diminue très rapidement, tend à s'annuler à partir de 212° jusqu'à 235°; il reste toujours dextrogyre, pour devenir ensuite légèrement lévogyre pour les portions recueillies sous pression réduite.

» Le résidu goudronneux, à moitié solide à froid, demeuré après 180° sous 6^{cm} de pression, n'a pas été examiné; son poids n'atteignait pas 400^{gr}.

» Le poids des portions liquides de l'essence d'anis de Russie ne dépasse guère 2 pour 100 du poids de cette essence, le reste étant formé par de l'anéthol dissous ou cristallisé.

» Les parties les plus volatiles sont en quantité sensiblement nulle. Nous avons pu cependant constater que la portion passant de 175° à 180° était formée d'un mélange de cymène et d'un terpilène donnant un dichlorhydrate solide; c'est un carbure probablement identique au phellandrène de Cahours. Les portions passant de 188° à 195° sont constituées, pour la plus grande partie, par le *camphre anisique* de Landolph ou *fenchone;* sa composition répond à celle d'un isomère du camphre $C^{20}H^{16}O^2$.

C..................	78,94	79,06	78,45
H..................	10,55	11,09	11,16

» On isole facilement ce corps, en refroidissant à —15° les diverses fractions de 188° à 195°, essorant les cristaux formés, et en répétant ensuite la même opération à 0° sur les cristaux liquéfiés. Le produit obtenu a une odeur camphrée très vive; sa densité à zéro est de 0,959. Il bout à 190°-191°. Son pouvoir rotatoire est de 60°,2. Toutes les propriétés de ce composé coïncident avec celles de la fenchone retirée par Wallach de l'essence de fenouil. Nous avons pu en isoler seulement 21^{gr} à l'état de pureté, de 22^{kg} d'essence; mais la proportion de ce corps existant dans le produit commercial est notablement plus élevée, si l'on tient compte de ce fait que l'anéthol brut en renferme au moins un demi pour cent. C'est bien le camphre anisique qui préexiste dans l'essence de Russie, ce que l'on n'aurait pu déduire des anciennes expériences de Landolph. Les fractions passant après 195° ont des pouvoirs rotatoires décroissants. Vers la température de 212°-213° on obtient des fractions de poids relativement élevées et à peu près dénuées de pouvoir rotatoire. Cette fraction donne à l'analyse des chiffres C = 81,17; 80,9; H = 9,5; 9,1 qui correspondent sensiblement à la formule de l'anéthol $C^{20}H^{12}O^2$, qui, lui, bout à 232°. Ce produit reste entièrement liquide à —60°, il a l'odeur de l'anéthol. Comme lui, il fournit par oxydation de l'aldéhyde, puis de l'acide anisique. Nous avons pu l'identifier à l'*estragol*, en utilisant la réaction de la potasse alcoolique à 100°, grâce à laquelle M. Grimaux a pu récemment transformer l'estragol de l'essence d'estragon en anéthol. L'estragol, ainsi transformé, bout presque en totalité vers 232°, c'est-à-dire 18 à 19 degrés plus haut; il se solidifie à zéro, en donnant des cristaux qui, après purification, fondent audessus de 20°.

» L'estragol entre donc pour une faible part dans la composition de l'essence d'anis de

Russie; la proportion trouvée par nous, 30^{gr}, est inférieure à celle existant réellement, le traitement que nous avons fait subir à toute la partie liquide de l'essence d'anis ayant dû transformer en anéthol une grande partie de l'estragol de cette huile. Les fractions passant de 215° à 230° sont formées de mélanges de ces deux composés, estragol et anéthol, avec des traces d'un corps dextrogyre que nous n'avons pas réussi à caractériser, et qui pourrait bien être un carvol. Les portions recueillies dans le vide sont entièrement différentes, elles sont lévogyres. Leur composition répond à la formule de carbures $C^{30}H^{24}$, en particulier pour la portion la plus abondante passant de 170° à 175° sous 6 centimètres de pression; $C = 87,77$; $H = 11,5$; densité à $0° = 0,933$; se combinant au gaz chlorhydrique, en donnant des produits liquides très altérables. La proportion de cette fraction atteint 50^{gr} environ.

» En résumé, l'essence d'anis de Russie, du commerce, renferme une énorme proportion d'anéthol $C^{20}H^{12}O^{3}$, puis de très petites quantités d'aldéhyde anisique; d'acétone anisique, $C^{20}H^{10}O^{4}$; d'acide anisique; de camphre anisique ou fenchone, $C^{20}H^{16}O^{2}$; de divers carbures de formule $C^{30}H^{24}$ et enfin de matières goudronneuses; toutes ces substances atteignant au plus le vingtième du poids de l'anéthol de l'essence d'anis de Russie. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un cas de division de la moelle et d'exostose du rachis, chez un sujet atteint de* spina bifida *lombaire*. Note de M. V. **Ménard**, présentée par M. Lannelongue.

« Nous avons disséqué une pièce anatomique, rare et instructive, provenant du musée de M. Lannelongue à l'hôpital Trousseau et appartenant à un sujet qui a succombé quelques jours après la naissance.

» La tumeur du *spina bifida*, offrant le volume d'une orange, occupe la région des lombes et l'orifice osseux, qui la fait communiquer avec le canal rachidien, est formé par l'écartement des lames de la deuxième et de la troisième vertèbres lombaires.

» Depuis cet orifice jusqu'au niveau de la septième vertèbre dorsale, les deux cordons de la moelle sont séparés par suite de l'absence complète de la commissure médiane.

» Une cloison de tissu cellulaire lâche remplit l'intervalle des deux moitiés de la moelle. Elle est renforcée sur un point par une exostose aplatie, que l'on peut comparer en raison de sa forme à un fragment de scie portant deux dentelures.

» Rattachée en arrière à la lame gauche de la huitième vertèbre dorsale, cette exostose s'avance vers la face postérieure de la dure-mère, la traverse

en lui empruntant une enveloppe pour chacune des deux dentelures et passe entre les deux cordons isolés de la moelle; les deux pointes arrivent au contact de la partie antérieure de la dure-mère, lui sont adhérentes mais n'atteignent pas les corps vertébraux.

» Cette production osseuse, à laquelle on pourrait donner le nom de *barre transmédullaire,* ne répond pas exactement à l'extrémité supérieure de la division de la moelle. Les deux cordons se réunissent un centimètre plus haut. Au niveau du *spina bifida,* ils affectent une disposition différente : le cordon du côté droit reste dans le canal rachidien avec sa situation et sa direction habituelles; celui du côté gauche pénètre au contraire dans la tumeur, contracte une adhérence intime avec sa paroi sur une hauteur de 2^{cm}, et rentre ensuite dans le canal vertébral. Le *spina bifida,* dans ce cas, est tellement asymétrique, qu'il participe de deux variétés différentes, de la *méningocèle* par sa moitié droite; de la *méningo-myélocèle* par sa moitié gauche.

» Sur la partie divisée de la moelle, les nerfs rachidiens naissent à la surface des cordons médullaires suivant la manière habituelle, sauf en ce qui concerne la partie du cordon gauche, comprise dans la tumeur et plus spécialement la partie qui se trouve en apparence confondue avec la paroi.

» Sur cette dernière prennent leur origine les trois premiers nerfs lombaires du côté gauche. Comme à la surface de la moelle normale, chacun de ces nerfs est formé par la convergence des racines antérieures et des racines postérieures. Mais ici les racines antérieures sont implantées suivant une ligne verticale, voisine du plan médian; les racines postérieures suivant une deuxième ligne verticale, située à 5^{mm} en dehors.

» Les deux cordons médullaires se rejoignent au-dessous du *spina bifida* pour former la partie inférieure du renflement lombaire, qui descend jusqu'à la base du sacrum.

» Le *filum terminale,* plus court et plus gros qu'à l'ordinaire, se renfle inférieurement en une tumeur de structure fibreuse, offrant la forme et le volume d'un noyau d'amande, et attachée en bas au coccyx.

» Enfin, outre les anomalies précédentes, nous avons encore constaté dans l'épaisseur de la moelle la présence de trois cavités kystiques, dont deux siégeaient au niveau de la division dans le cordon du côté gauche; la troisième occupait la partie supérieure de la moelle dorsale. Chacun de ces kystes, de forme ellipsoïdique, long d'un centimètre environ, nous a paru formé par une dilatation localisée du canal de l'épendyme.

» Chez le même sujet, le rachis, dévié latéralement dans son ensemble,

décrit une courbe, irrégulière, concave à droite, constituée elle-même par deux angles rentrants qui répondent par leur sommet l'un à la quatrième vertèbre dorsale, l'autre à la douzième. Or, d'une part, la moitié droite du corps de la quatrième vertèbre dorsale fait défaut; les quatrième et cinquième côtes sont fusionnées en une côte unique, de même les quatrième et cinquième nerfs, distincts dans le canal rachidien sont à l'extérieur réunis en un seul tronc. D'autre part, la douzième côte fait aussi défaut et les quatre derniers corps vertébraux de la région dorsale sont atrophiés dans leur partie droite et retardés dans leur ossification. Chacune des déviations anguleuses du rachis trouve ainsi une explication anatomique.

» La division de la moelle dans le *spina bifida* a été observée par divers auteurs : division totale sur toute la longueur de la moelle (Ollivier d'Angers), division partielle (Sandifort, Nadorp, von Ammon, E. Rose, etc.) Mais les cas dans lesquels la division médullaire se trouve compliquée par la présence de la production osseuse, que nous appelons la barre transmédullaire, sont peu nombreux. J. Cruveilhier (1), Houel (2), Recklinghausen (3), C. Taruffi (4) en rapportent chacun un exemple; Humphry (5) a pu en réunir six dans tous les musées de la Grande-Bretagne.

» Dans tous les cas, sauf dans le nôtre, le *spina bifida* appartenant à la variété des méningocèles. Les auteurs rapportent, au contraire, des exemples de division de la moelle, sans barre transmédullaire, dans lesquels l'un des cordons de la moelle ou tous les deux pénétraient dans la tumeur (méningo-myélocèle).

» La division de la moelle et la présence d'une barre osseuse, séparant les deux cordons constituent une intéressante anomalie de développement. Les deux faits coïncident sans affecter entre eux aucune relation pathogénique puisque la division de la moelle n'a pu se produire qu'à une époque très peu avancée de la vie embryonnaire. La transformation de la gouttière médullaire de l'embryon en tube complet, sa séparation du feuillet corné ont lieu avant la troisième semaine chez l'embryon humain. La méningo-myélocèle, anomalie caractérisée comme l'ont montré Tourneux et Martin par le défaut d'occlusion de la gouttière médullaire, a son origine dans le stade de la vie embryonnaire où cette gouttière médullaire

(1) J. Cruveilhier, *Anatomie pathologique*, t. I, fasc. II, Pl. III; Paris, 1830.
(2) Houel, *Bull. et Mém. de la Société de Chirurgie;* 1877.
(3) Recklinghausen, *Archives de Virchow*, vol. CV; 1886.
(4) Taruffi, *Tératologie*, t. VI, Première Partie, p. 197; 1891.
(5) Humphry, *The Journal of Anatomie*, vol. XX, p. 585; 1886.

est encore ouverte. Il ne semble pas que la division de la moelle, surtout lorsqu'elle se complique de méningo-myélocèle unilatérale, comme chez notre sujet, ou bilatérale, puisse dater d'une période moins hâtive.

» La production de la barre transmédullaire est plus tardive, puisqu'elle se rattache au développement du feuillet mésodermique.

» Si l'on peut d'après l'embryologie indiquer avec quelque précision à quelle époque de la vie embryonnaire se produit le *spina bifida*, si l'on en saisit assez bien le mécanisme pathogénique, la cause de ce mécanisme, au moins chez les mammifères, nous en échappe complètement.

» Cette cause, quelle qu'elle soit, exerce son action sur la totalité ou sur une grande partie du système nerveux central. Mais le *spina bifida* n'est pas une anomalie localisée exclusivement au niveau de la tumeur. Les altérations du névraxe sont diffuses et complexes. On l'oublie trop. C'est la principale raison qui fait que, dans la pratique, les chirurgiens se sont trop illusionnés sur la valeur des divers traitements qui n'ont qu'une action locale ne s'adressant qu'à la tumeur. L'observation prolongée des malades démontre jusqu'ici l'impuissance très fréquente, sinon constante, de la thérapeutique du *spina bifida*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de la franklinisation sur la menstruation*. Note de M. E. **Doumer**, présentée par M. Bouchard. (Extrait).

« On a constaté que la franklinisation exerce une action sur la menstruation. J'ai pu profiter des ressources que m'offrait un service spécial d'électrothérapie, pour me livrer à une enquête portant sur un grand nombre de cas.

» Cette enquête a porté sur 400 femmes, prises toutes à l'âge d'activité utérine : 342 étaient saines au point de vue utérin et venaient réclamer nos soins pour des troubles étrangers aux organes de la génération ; les 58 autres présentaient des troubles divers de la menstruation, parmi lesquels dominait la dysménorrhée.

» Sur ces 400 femmes, 374, soit 68,5 pour 100, ont vu leurs périodes menstruelles avancer sous l'influence de la franklinisation. Cette avance, surtout sensible pendant les deux premiers mois du traitement, a varié de deux à dix jours; elle s'est parfois prolongée pendant toute la durée du traitement et même continuée après sa cessation complète; 2 fois seulement, il y a eu du retard; enfin, 124 fois, il n'y a eu aucune modification dans la date de l'apparition des règles.

» L'augmentation du flux sanguin, sur ces 400 cas, a été constatée 308 fois, soit 77 pour 100. Elle s'est manifestée surtout pendant les premiers mois de traitement.

» Sur ces 400 femmes, 178 se plaignaient de douleurs plus ou moins vives au moment des règles, soit la veille, soit le jour de leur apparition, soit pendant toute leur durée. 130 se sentirent soulagées, soit 73 pour 100. Les douleurs menstruelles cessèrent, en général, dès les premières séances pour ne plus revenir.

» Le simple bain statique suffit, en général, pour obtenir ces résultats; cependant l'effluvation ou bien la friction dans la région des lombes les produit plus rapidement et avec une intensité plus grande. Les pôles ne paraissent pas avoir d'action différentielle bien marquée. Je me suis servi, dans ces recherches, d'une machine statique genre Wimshurst, donnant une différence de potentiel de 160 000 volts et ayant un débit de 12^{-6} coulombs par seconde. »

BOTANIQUE. — *Explication de la fleur des Fumariées d'après son anatomie.* Note de M. O. LIGNIER, présentée par M. Guignard.

« Les botanistes qui ont étudié la fleur des Fumariées admettent tous qu'elle est formée par des verticilles alternes de pièces opposées; mais l'interprétation qu'ils ont donnée de l'androcée et du gynécée est variable. Aussi, frappé de certaines contradictions et de certaines difficultés que soulèvent toutes les opinions précédemment émises, je résolus de reprendre l'étude de cette fleur en lui appliquant une méthode de recherche anatomique qui m'avait déjà, dans d'autres circonstances, fourni d'excellents résultats, c'est-à-dire en recherchant, par la méthode des coupes successives, les rapports anatomiques qui lient entre elles toutes les pièces florales. C'est le résultat de cette étude que j'apporte ici.

» Chaque mériphyte floral [1] de Fumariée comprend trois faisceaux à la base de l'appendice dont il dépend. Mais, tandis que les trois faisceaux de chaque mériphyte des verticilles inférieurs se réunissent en un seul pour pénétrer dans la couronne libéro-ligneuse normale de la tige, ceux des verticilles supérieurs y rentrent séparément. En outre, dans ces derniers, les trois faisceaux rentrants sont d'autant plus écartés les uns des autres qu'ils appartiennent à un verticille plus élevé. Ceux du bas, en effet, rentrent dans des plans radiaux qui ne font entre eux que des angles de 15° à 20°, tandis que ceux du haut descendent dans des plans qui font entre eux des angles de 90°. Dans le premier cas, la largeur totale d'insertion des mériphytes est donc de 30° à 40°; dans le second, elle est de 180°. Entre ces deux largeurs extrêmes, il y a des

---

[1] De μέρος, partie et φύτον, plante. Je substitue ce mot *mériphyte* à l'expression *système libéro-ligneux foliaire* dont je m'étais servi précédemment (*Comptes rendus,* 1888) et qui a l'inconvénient d'être beaucoup trop longue. Un mériphyte floral est, par suite, l'ensemble des faisceaux libéro-ligneux qui desservent une même feuille florale (sépale, pétale, feuille staminale ou carpellaire).

termes intermédiaires. On peut donc dire, en résumé, que *l'insertion des mériphytes est très étroite dans les verticilles inférieurs de la fleur des Fumariées, qu'elle s'élargit de plus en plus dans les verticilles de plus en plus élevés et qu'elle arrive même, dans les verticilles supérieurs, à embrasser un arc de* 180°. J'ajoute que, si cette progression se retrouve dans toutes les fleurs de Fumariées, elle ne s'y produit pas partout d'une façon identique.

» Chaque androphore tristaminé de *Fumaria* et de *Corydalis* est desservi par un mériphyte semblable à celui de chacun des pétales; *il représente donc une seule feuille florale*. Ainsi, *les six étamines des Fumariées appartiennent à un seul verticille,* comme le pensaient A. Gray et Eichler, et ce verticille est situé dans le plan transversal.

» Chez les *Fumaria* et *Corydalis* chaque feuille staminale est divisée à son sommet en 3 lobes inégalement fertiles; les uns, les médians, portent une anthère biloculaire, les autres, les latéraux, une anthère uniloculaire seulement. Chez *Dicentra spectabilis* la trilobation de la feuille staminale s'étend jusqu'à sa base. Il en est de même chez *Hypecoum;* mais ici les lobes staminaux sont très écartés les uns des autres et l'insertion du mériphyte staminal est aussi beaucoup plus large; elle atteint 180°. Il résulte même de cette dernière particularité que les deux mériphytes de ce verticille sont connés. Aussi leurs faisceaux latéraux et, *a fortiori,* les 4 lobes staminaux qu'ils desservent, deviennent coalescents deux à deux dans le plan antéro-postérieur. C'est à cette coalescence que sont dues les deux étamines antérieure et postérieure du genre *Hypecoum*, étamines qui, pour Pyr. de Candolle, représentaient un verticille supérieur, alterne avec le précédent.

» Ainsi les feuilles staminales des Fumariées sont toutes trilobées. Il y a même lieu de remarquer que, chez *Hypecoum* où l'accentuation de cette particularité est de beaucoup la plus grande et se traduit par un grand écartement des lobes staminaux, il se produit également une assez profonde trilobation des pétales supérieurs et une trilobation moindre des pétales inférieurs. On peut donc dire, en coordonnant tous ces faits, que *les feuilles florales des Fumariées ont une tendance à la trilobation* et que *cette tendance est surtout accusée dans les feuilles supérieures de la fleur*.

» Du deuxième verticille staminal admis par Eichler, et considéré par lui comme avorté, je n'ai vu aucune trace. D'ailleurs, ainsi qu'on va le voir, cette supposition, faite uniquement pour conserver l'alternance des verticelles entre l'androcée et le gynécée, est tout à fait inutile.

» D'après mes recherches anatomiques, le gynécée n'est, de même que l'androcée, desservi que par deux mériphytes trifasciculés; *ceux-ci se trouvent dans le plan antéro-postérieur* et, par conséquent, *alternent régulièrement avec ceux du verticille staminal*. Ces deux mériphytes s'insèrent sur un arc de 180° et sont connés; leurs bords latéraux sont coalescents deux à deux, de même que ceux de l'androcée d'*Hypecoum*. Par suite, le gynécée n'est lui aussi desservi que par quatre faisceaux, dont deux, dans le plan antéro-postérieur, sont médians, et deux, à droite et à gauche, sont formés par l'anastomose des bords des mériphytes. Il résulte de cette interprétation des faits anatomiques, complétée par les observations ci-dessus, que *le pistil des Fumariées est composé de deux feuilles carpellaires trilobées*. Ces feuilles sont de même que celles de l'androcée d'*Hypecoum*, connées entre elles; mais tandis que les trois

lobes des deux feuilles staminales d'*Hypecoum* sont libres et tous fertiles, quoique inégalement, ceux des feuilles carpellaires sont coalescents entre eux, et les uns, les médians, fertiles, les autres, les latéraux, stériles (¹). Les premiers forment les bourrelets placentaires antérieur et postérieur; les seconds, ce qu'on a souvent appelé les *carpelles stériles*.

» En résumé, la fleur des Fumariées comprend cinq verticilles alternes de feuilles opposées et répond à la formule S2, P2 + 2, E2, C2. Les feuilles florales y sont d'autant plus embrassantes qu'elles sont plus rapprochées du sommet, et elles présentent une tendance à la trilobation, qui est surtout accusée dans les verticilles supérieurs. L'androcée ne comprend jamais que deux feuilles, plus ou moins trilobées, à lobes tous fertiles; le cas d'*Hypecoum* résulte de ce que ces deux feuilles y sont fortement connées. Le pistil est, de même, formé de deux feuilles trilobées et connées; mais ici les lobes sont coalescents entre eux et les médians sont seuls fertiles.

» Je me propose de montrer ultérieurement que ces résultats s'appliquent également aux Crucifères et aux Capparidées. »

GÉOLOGIE. — *Sur un synclinal schisteux ancien, formant le cœur du massif du mont Blanc.* Note de MM. **J. Vallot** et **L. Duparc**, présentée par M. Daubrée.

« Le massif du mont Blanc a généralement été considéré comme un culot de protogine pure, schisteux sur les bords, et de plus en plus compact au fur et à mesure qu'on s'approchait du centre. Quelques géologues cependant, de Saussure, Favre, Mfrazec et Duparc, ont signalé en plusieurs endroits, dans le cœur même du massif, des bancs gneissiques et schisteux. Baretti a également fait la même remarque. Mais ces observations n'avaient été faites que sur des points d'un accès relativement facile. Pour étudier utilement le centre du massif, il était nécessaire de gravir des pics difficiles, dépassant parfois 4000^{m} d'altitude, et dont l'ascension est longue et périlleuse. Une série d'escalades, exécutées par l'un de nous dans ces dernières années, dans le but de dresser une Carte du massif, nous a donné l'occasion

(¹) Il semble probable que, dans certains cas tératologiques, l'augmentation du nombre des bourrelets placentaires provient de ce que les lobes latéraux sont accidentellement redevenus fertiles.

d'étudier minutieusement des régions encore inconnues et d'y raccorder les observations isolées; nous avons pu constater alors que, loin d'être composée de protogine granitoïde comme on l'avait cru, la partie centrale du massif était au contraire constituée par des roches schisteuses, gneissiques, micacées, plus ou moins injectées de protogine, passant même au protogin-gneiss.

» Ces couches atteignent parfois plusieurs centaines de mètres d'épaisseur; presque verticales elles plongent environ de 80° vers le sud-est. Elles se poursuivent depuis le sommet des aiguilles rocheuses, variant entre 3800^m et 4200^m d'altitude, jusqu'en bas des escarpements, où elles disparaissent sous les glaciers inférieurs, à une altitude de 2200^m; leur direction est uniforme du nord-est au sud-ouest. Elles forment une série de bancs parallèles qu'on peut suivre de l'aiguille du Tacul (3444^m) à la Noire et à la Tour-Ronde (3793^m); de l'aiguille du Moine (3414^m) au Rognon et au mont Blanc de Tacul (4249^m).

» Ces roches, comme nous l'avons dit, sont schisteuses, micacées, parfois même phylladiformes; souvent d'un type remarquablement basique, ce qui élimine de suite toute idée d'une origine dynamométamorphique aux dépens de la protogine; souvent aussi plus ou moins fortement injectées et donnant naissance à toutes les variétés d'injections décrites par l'un de nous.

» Il résulte donc de nos observations que la partie centrale du massif du mont Blanc est bordée par deux grandes murailles de protogine granitoïde, formant ligne de faîte et comprenant : l'une, les aiguilles de Chamonix, les aiguilles Verte et du Chardonnet; l'autre, l'arête frontière constituée par les hauts sommets de la Tour-Ronde, de l'aiguille du Géant, des Jorasses, des aiguilles de Talèfre, de Triolet, etc. Entre ces deux murailles se trouve un complexe de couches schisteuses, plus ou moins complètement injectées, dont le type primitif n'a rien de commun avec la protogine à laquelle il peut cependant passer latéralement par injection.

» Ces roches, beaucoup plus facilement délitables que la protogine, ont, par érosion, donné naissance à des vallons creusés profondément en travers des massifs secondaires, comme, par exemple, celui qui sépare l'aiguille du Tacul de celle des Piriades. De même, l'existence d'étroits bancs de schistes purs non injectés a favorisé la formation d'étroits couloirs rocheux, dus également à l'érosion particulièrement rapide de ces derniers.

» Enfin, l'ensemble de la formation schisteuse injectée, plus tendre que les deux grandes arêtes de protogine granitoïde, a permis le creusement

de la grande vallée du Géant et du Talèfre, parallèle à celle de Chamonix et des Doires, dont la formation était inexpliquée jusqu'ici.

» Au milieu de cette énorme cuvette, perdus au sein des bancs schisteux dont il a été question, on rencontre aussi des bancs épais de protogine presque granitoïde, ayant absolument l'allure des grands bancs injectés à fond si communs sur les flancs du massif.

» Cette structure particulière du massif du mont Blanc nous montre qu'à l'époque des premiers plissements qui esquissèrent le relief primitif de celui-ci, et qui eurent comme conséquence la pénétration de la roche de profondeur dans le ridement qui s'ébauchait, la chaîne des grandes aiguilles de Chamonix, ainsi que la ligne de sommets qui, sur le versant sud, domine le val Ferret et le val Véni, représentaient deux anticlinaux de ce premier ridement, anticlinaux dans lesquels la protogine a monté en résorbant et assimilant progressivement sa couverture.

» Celle-ci a été décapée par l'érosion postérieure, et, bien que, par places, les phénomènes de résorption et d'assimilation soient visibles, nous avons aujourd'hui un culot compact de protogine au cœur de chaque ancien anticlinal érodé.

» Au contraire, la partie comprise entre ces deux anticlinaux représentait dans son ensemble un grand synclinal avec plissottements secondaires; il a été injecté d'après les divers procédés que nous avons établis antérieurement (¹), mais non complètement résorbé, et il subsistera jusqu'à ce que l'érosion ait été assez puissante pour le faire disparaître entièrement, et, en nivelant le massif, le transformer en un culot compact de protogine.

» Une étude pétrographique détaillée des roches de cette partie centrale, étude actuellement en préparation, nous permettra bientôt d'entrer dans plus de détails sur ce sujet. »

GÉOLOGIE. — *Sur les roches éruptives de la chaîne de Belledonne.* Note de M. **Louis Duparc**, présentée par M. Fouqué.

« Les feuilles *Vizille* et *Grenoble* de la Carte géologique figurent dans la chaîne de Belledonne deux pointements de roches éruptives, l'un du mont Thabor, l'autre dans les environs du lac Robert. Grâce à l'obligeance

(¹) Voir, L. Duparc et L. Mrazec, divers Mémoires dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de 1890-1896.

de M. Delebecque, ingénieur des Ponts et Chaussées, j'ai eu entre les mains bon nombre de ces roches, prises par lui en place et repérées sur la Carte. J'ai pensé en faire une monographie détaillée, dont je vais résumer les points principaux.

» Les roches qui affleurent sur les bords des lacs Robert, Crozet, etc., sont exclusivement des gabbros et des serpentines. Elles ne forment point un gisement continu, mais sont intercalées en filons dans les amphibolites.

» Les *gabbros* sont des roches verdâtres, feldspathiques, renfermant des grands cristaux de diallage de 1^{mm} à 2^{mm} de longueur. Au microscope, on y trouve : de la *magnétite* en grains; du *diallage* en cristaux incolores ou grisâtres, riche en inclusions lamellaires; de la superbe *hornblende brune*, qui résulte de l'ouralitisation de ce dernier et qui forme quelquefois des cristaux de très grande taille.

» Extinction à 20° de $h^1 g^1$, bissectrice aigue $= np$, $ng - np = 0,021$. Le polychroïsme est particulier, $ng =$ brun marron, $nm =$ brun, $np =$ brun très pâle. Elle renferme toujours les inclusions préexistantes du diallage. L'ouralitisation se fait par la périphérie ou selon les clivages, elle supprime souvent complètement le diallage. L'*actinote*, en baguettes et houppes très légèrement polychroïques, accompagne la hornblende. Les *feldspaths* sont entièrement kaolinisés et transformés en une vraie masse saussuritisée. Un spécimen plus frais et déterminable correspond au labrador $Ab\,1$, $An\,1$. Comme éléments secondaires, on trouve un minéral en grains transparents à relief analogue à celui de l'augite, que j'appellerai *zoïsite-épidote*. Certains grains ont un clivage rectiligne (clivage $p = 001$). Sur la section $n_g n_p$, la vibration ng s'éteint à 25° de celui-ci. Bissectrice aigue $= ng$, biréfringence $ng - np = 0,022$. L'angle 2V est assez grand, la dispersion des indices principaux est très forte. Ce minéral se rattache au groupe de l'épidote et correspond sans doute à un mélange isomorphe intermédiaire entre la zoïsite et l'épidote. La *calcite*, résultant de la décomposition des feldspaths, est en grains et en plages. Toutes ces roches accusent des manifestations dynamiques.

» Les serpentines. — Présentent deux types différents : le premier est formé par de grands cristaux de hornblende brune, produit d'ouralitisation du diallage, qui sont réunis par de la matière colloïde dans laquelle flottent des paillettes de chlorite et des bâtonnets d'actinote. Le second est entièrement formé par du chrysotyle alvéolaire résultant du diallage, associé à beaucoup de magnétite.

» Le pointement du mont Thabor présente des roches plus variées. Il est également subordonné aux amphibolites dont la zone doit être prolongée plus au sud. J'ai pu reconnaître parmi ces roches :

» 1. Des gabbros. — Analogues, comme structure et éléments constituants, à ceux du lac Robert, mais donnant par ouralitisation une amphibole verte grenue, absolument banale, qui, dans la plupart des cas, remplace complètement le diallage. C'est l'euphotide amphibolique de Lory. Cette hornblende forme alors des nids constitués par la réunion de plusieurs individus grenus orientés optiquement d'une manière différente. Les inclusions du diallage disparaissent dans la transformation. Il n'y a plus de zoïsite-épidote, mais seulement de la zoïsite.

» 2. Des diorites, jolies roches, beaucoup mieux conservées que les précédentes; avec zircon, apatite, magnétite, sphène, hornblende verte et labrador $Ab^1 An^1$ (56° d'extinction entre deux lamelles de la zone de symétrie et extinction à -16 sur $g^1 = 010$). Structure parfaitement grenue, parfois orientation parallèle de l'amphibole.

» 3. Des granulites amphiboliques, avec zircon, sphène, apatite, magnétite, biotite chloritisée, hornblende verte en débris, grands cristaux d'albite (maximum entre deux lamelles 30°-32°, la méthode de Becke donne $\Delta^1 \Delta^2 \delta^1 \delta^2 < 0$), puis quartz abondant à formes granulitiques saturé d'inclusions liquides.

» 4. Une porphyrite micacée ? — A première consolidation rare et exclusivement feldspathique. Les cristaux offrent des extinctions de 30° entre deux lamelles dans la zone de symétrie. Sur $g^1 = (010)$ on a une bissectrice aiguë positive ; n_p s'éteint à 20° de la trace du clivage. *Le second temps* comprend des microlithes feldspathiques courts et gros, mâclés selon la loi de l'albite, dont les propriétés optiques correspondent à celles des grands cristaux. Ils sont mêlés à des lamelles de chlorite verte, qui provient peut-être de l'épigénie d'une biotite préexistante et à des grains de quartz.

» 5. Des serpentines. — Entièrement formées de larges fibres de chrysotyle jaune ou verdâtre. Il reste à peine quelques débris de diallage. Beaucoup de magnétite, puis matières colloïdes avec jolis cristaux de spinelle chromifère de couleur brune.

» J'ai aussi étudié les différents types d'amphibolites qui se rencontrent dans la puissante zone figurée sur la carte. Elles se distinguent soit par la structure ou la nature de l'amphibole, soit par la présence ou l'absence de pyroxène, de feldspath et de zoïsite. Je les décrirai d'une manière détaillée dans le travail d'ensemble que je ferai paraître prochainement sur le sujet. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le mode de formation des conglomérats aurifères.* Note de M. A. Lodin, présentée par M. Ad. Carnot.

« L'existence de l'or dans des formations sédimentaires anciennes, mise en lumière par le développement de l'industrie minière au Witwatersrand, a été constatée, il y a longtemps déjà, en un grand nombre de localités, notamment dans un conglomérat du carbonifère inférieur à Gay's River (Nouvelle-Écosse) et dans divers niveaux de la formation permo-triasique à combustibles de la région australasienne.

» Le seul de ces gisements qui ait été régulièrement exploité avant ceux du Transvaal est celui de Tallawang (New South Wales); l'or s'y rencontre en paillettes et en grains d'un certain volume, visiblement roulés, parfois même en pépites pesant jusqu'à 150^{gr}, dans un conglomérat intercalé dans des grès et schistes à empreintes de *Glossopteris*. Le rendement moyen à la tonne variait de 1^{gr},5 à 24^{gr}; son irrégularité a fait abandonner l'exploitation.

» L'or se présentait, en résumé, à Tallawang dans des conditions tout autres qu'au Witwatersrand; mais il était roulé, comme le sont fréquemment les pyrites aurifères dans ce dernier district. Dans l'un comme dans l'autre cas, l'hypothèse d'une imprégnation postérieure à la formation du conglomérat est donc inadmissible.

» Ainsi que M. L. de Launay l'a déjà fait ressortir en ce qui concerne le Witwatersrand, il ne reste qu'à rechercher si l'or a été arraché à des formations antérieures et transporté par de simples actions mécaniques, comme les autres éléments du conglomérat, ou s'il a été précipité chimiquement d'une dissolution, où il se trouvait à l'état, soit de chlorure, soit d'aurate alcalin, suivant l'hypothèse émise par Selwyn, il y a plus de trente ans. Posé depuis longtemps à l'occasion de l'origine des alluvions récentes, le problème ne semble pas comporter de solution unique et exclusive.

» Dans les alluvions fluviales, en effet, il est bien établi que la richesse aurifère se trouve concentrée dans les zones profondes, caractérisées par l'existence d'une sorte de conglomérat spécial (*blue gravel*) à ciment argileux, imprégné de sulfure de fer très divisé et de petits cristaux de pyrite, riche en outre en débris végétaux. Dans un pareil milieu, la précipitation chimique de l'or en dissolution, sous l'action des matières organiques, et son dépôt, soit en grains isolés, soit à la surface de la pyrite, suivant le mécanisme mis en évidence par Daintree, Ch. Wilkinson et Cosmo Newbery,

doivent se développer régulièrement tant que la masse de l'alluvion est en repos.

» La précipitation chimique ne peut au contraire se manifester dans des eaux chargées d'oxygène libre, comme le sont les eaux des cours d'eau rapides et peu profonds ou celles des mers libres. Dans les mers fermées, telles que la mer Noire, la zone privée d'oxygène et chargée d'acide sulfhydrique ne commence qu'à un niveau inférieur à celui où s'éteint l'agitation des vagues. Au-dessous de ce niveau, il peut bien se déposer des vases, destinées à se transformer plus tard en schistes chargés de sulfures métalliques, mais non des conglomérats dont les gros éléments roulés n'ont pu être arrondis d'abord, concentrés ensuite, que par des actions mécaniques intenses. Dans les eaux agitées et peu profondes, où se forment les conglomérats, des grains de pyrite constitués à l'avance se détruiraient rapidement par pulvérisation suivie d'oxydation; on ne saurait donc admettre que de la pyrite, aurifère ou non, ait pu s'y précipiter d'une manière régulière.

» L'étude des dépôts aurifères littoraux de l'époque actuelle confirme cette manière de voir. Ces dépôts n'ont été signalés qu'en un petit nombre de points, notamment au Japon, dans la Nouvelle-Zélande et à la limite de la Californie et de l'Orégon. Partout ce sont des sables assez fins, où l'or se rencontre en paillettes très exiguës, associé avec un peu de platine, de la magnétite et du grenat : nulle part on n'y a signalé la pyrite, qui aurait certainement suivi la magnétite dans le travail de concentration.

» D'après les observations de Chase et de Christy, l'or des dépôts littoraux de Californie provient de la destruction des terrains glaciaires qui forment les falaises adjacentes; il est concentré exclusivement sur deux ou trois zones étroites parallèles au rivage et correspondant à certaines lignes de ressac.

» Ces sables à or libre, fin, très irrégulièrement réparti, ne ressemblent en rien aux conglomérats du Witwatersrand, imprégnés de pyrite en partie roulée, en partie cristallisée, ni même à ceux de Tallawang, contenant l'or en gros grains, arrondis, comme les alluvions des cours d'eau à forte pente. L'intercalation de ces derniers conglomérats au milieu de couches à empreintes de *Glossopteris* contribue à écarter toute idée de formation marine, en confirmant, au contraire, l'assimilation ci-dessus.

» Pour expliquer dans tous ses détails la formation aurifère du Witwatersrand, il suffit d'admettre que cette formation n'est autre chose que le bassin d'alluvions d'un grand fleuve dévonien, constitué par un synclinal dont la dépression s'accentuait progressivement à mesure que les dépôts s'accumulaient. L'affaissement progressif du synclinal explique la grande

puissance des alluvions dans la région centrale, leur horizontalité dans cette région et leur redressement vers les bords du bassin.

» L'étendue reconnue actuellement pour la formation aurifère n'a rien d'incompatible avec cette hypothèse; elle est inférieure à celle des bassins alluvionnaires de bien des fleuves actuels.

» Ces derniers fleuves changent fréquemment de cours, lorsqu'ils ne sont pas régularisés artificiellement; leurs alluvions sont donc soumises de temps à autre, sur toute leur étendue, à des remaniements qui peuvent pénétrer à une profondeur considérable, au moment des grandes crues. Ces remaniements superposent aux phénomènes chimiques, qui se développent normalement dans les zones profondes, des actions mécaniques ayant pour effet de concentrer vers la limite inférieure de la masse remaniée les fragments volumineux, comme les cailloux roulés, et les matières denses, comme la pyrite et l'or libre. La concentration, très nette si l'agitation développée par les crues vient rencontrer à faible profondeur la base des alluvions, reposant sur une roche solide, le sera beaucoup moins, si cette agitation s'éteint progressivement dans une masse alluvionnaire indéfinie.

» Au Witwatersrand, le premier cas correspond au Black Reef (mine Orion), où les dépôts aurifères se sont formés dans des chenaux étroits, creusés par érosion à travers une masse de diabase; la concentration de la pyrite aurifère, en grande partie roulée, à la base même de l'alluvion, est tout à fait caractéristique dans ce gîte spécial.

» Le second cas est celui des conglomérats du système du Main Reef, intercalés dans des quartzites et y passant progressivement; la richesse aurifère y est plus diffuse, bien qu'on puisse encore constater une certaine concentration à la base de chaque niveau.

» Les mouvements imprimés par les crues aux éléments profonds des alluvions ont une violence bien moindre que le ressac littoral : ils peuvent donc arrondir les grains de pyrite sans les briser, comme le ferait celui-ci. Une fois le fleuve revenu à son régime normal et la période d'agitation terminée, la phase d'action chimique recommence et la pyrite cristallisée se dépose de nouveau sur la pyrite roulée.

» L'hypothèse ci-dessus, combinée avec celle de l'affaissement progressif du synclinal, explique les dédoublements des couches aurifères et leurs irrégularités diverses, tout aussi bien que les particularités fondamentales de leur structure. Pour la contrôler de plus près, il faudrait avoir sur la structure des alluvions du cours inférieur des grands fleuves de l'époque actuelle des données précises que nous ne possédons pas, et que

les difficultés pratiques d'une pareille exploration nous empêcheront sans doute d'avoir d'ici à longtemps. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen sommaire de la météorite tombée à Madrid le* 10 *février* 1896. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Dès le 20 février, et grâce à l'obligeance de M. Mac-Pherson, j'étais en possession d'un échantillon de la météorite tombée à Vallecas, près de Madrid, le 10 février; malgré ses faibles dimensions, il est suffisant pour une détermination lithologique complète, dont je puis indiquer le résultat.

» La substance de la météorite contraste, par sa teinte d'un gris très clair, avec la nuance foncée de la croûte qui recouvre le fragment de plusieurs côtés. Cette croûte varie nettement suivant les régions, et ses caractères dans les différents points permettent de distinguer la face du fragment, qui se trouvait en avant pendant le trajet atmosphérique, et celle qui se trouvait en arrière : dans la première, la croûte est d'un noir roussâtre avec des reflets un peu mordorés très remarquables ; elle est relativement mince. Dans la seconde, la croûte, qui est plus épaisse, est d'un noir profond.

» Au travers de la roche météoritique, se montrent des veines tout à fait noires et parfois épaisses de plus de 2^{mm}; ces veines s'anastomosent entre elles, se bifurquent et çà et là se perdent insensiblement dans la masse.

» La densité du fragment, prise à la température de 16°, a été trouvée égale à 3,598.

» Différents essais, faits sur une très petite quantité de poussière, soit à l'aide du chalumeau et de quelques réactifs, soit au moyen de la liqueur lourde de M. Thoulet, soit enfin au microscope, ont permis de reconnaître la coexistence de granules métalliques, très magnétiques, formés de fer nickelé, avec du sulfure de fer (troïlite), de péridot facilement attaquable aux acides, des minéraux feldspathiques tricliniques très mâclés, et de pyroxène magnésien. La réaction du chrome a été nettement obtenue avec de tout petits grains noirs, faciles à isoler.

» Ces divers caractères coïncident avec ceux de la roche appelée *Chantonnite* et tout spécialement avec ceux des échantillons tombés le 3 février 1882 à Mocs, en Transylvanie, et le 7 avril 1887, à Lalitpur, dans les Indes.

» La chantonnite est l'une des roches météoritiques qui témoignent le mieux des conditions complexes qui se sont succédé dans le cours de la formation des masses cosmiques. Elle a mérité, comme j'y ai insisté antérieurement, d'être comprise dans la catégorie des roches métamorphiques :

on peut l'imiter exactement par l'application convenable de la chaleur sur des météorites toutes blanches, c'est-à-dire non veinées de noir, des types dits *Lucéite* et *Aumalite*. »

M. L. **Mirinny** adresse une Note « Sur la synthèse mathématique ».

M. **Chapel** adresse une Note « Sur un point de la théorie cinétique des gaz ».

M. **Vaysse** adresse une Note « Sur la photographie à travers les corps, par les courants électriques ».

M. **Armagnac** signale quelques expériences confirmant ses assertions précédentes sur la photographie à travers les corps opaques.

M. E. **Hauser** adresse une Note « Sur une cause probable de l'explosion des bolides dans l'atmosphère terrestre ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-8°.

Leçons de Géographie physique, par M. Albert de Lapparent, professeur à l'École libre des Hautes Études, etc. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Principes d'Hygiène militaire, par M. le Dr Charles Viry, Directeur du

Service de santé du 2e Corps d'armée. Paris, L. Battaille et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

Note sur la machine à résoudre les équations de M. Torres, par M. Maurice d'Ocagne, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, etc. (Extrait du journal le *Génie civil*). Paris, 1896; in-8°.

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences), Directeur : Joseph Vinot. Janvier-février 1896. Mayenne, E. Soudée; 2 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 20 février 1896. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. N° 6. 21 février 1896. Paris, G. Masson; in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. Mascart. 6-12 février 1896; 7 fasc. in-4°.

Voyage dans la Chine occidentale, par M. Groum-Gzjimaïlo. Tome I. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol. in-4°.

Monographiæ Phanerogamarum prodromi nunc continuatio, nunc revisio, editore et pro parte auctore Casimiro de Candolle. Vol. nonum : *Bromeliaceæ*. Auctore Carolo Mez. Parisiis, sumptibus Masson et Cie, 1896; gr. in-8°.

Report of the sixty-fifth meeting of the Association for the advancement of Science. Held at Ipswich in september 1895. London, John Murray, 1895; in-8°.

Report on transportation business in the United States at the eleventh census : 1890. Part. II-III. Washington, D. C.; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mars 1896.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart. Mars 1896. Paris, G. Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1895.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. 25 février 1896. Paris, G. Masson et Cie, 1896; in-8°.

Contrôle des installations électriques au point de vue de la sécurité, par M. A. Monmerqué, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, etc. Paris, Baudry et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome VIII. 1893-1894. Montpellier, C. Coulet, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Les Français au Canada. La jeunesse de Bougainville et la guerre de Sept Ans. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Les Vignes. Recherches expérimentales sur leur culture et leur exploitation, par M. A. Muntz, Professeur et Directeur des laboratoires à l'Institut national agronomique. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

La Marine des États-Unis, par M. L. Bertin, Ingénieur des constructions navales, etc. Paris, E. Bernard et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8° avec atlas.

Annales médico-psychologiques. Fondateur : Dr Baillarger. Rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti. Paris, G. Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Le mathématicien franc-comtois François-Joseph Servais, ancien conservateur du Musée d'Artillerie, d'après des documents inédits (1767-1847), par M. Jacques Boyer. Besançon, Dodivers, 1895; in-8°.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par M. F. Folié, Directeur de l'observatoire. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-18.

Geological survey of the State of New-York. Palæontology. Volume VIII : an introduction to the *Study of the genera of Palæozoic Brachiopoda.* Part I, by James Hall, state geologist and palæontologist, assisted by John M. Clarke. Albany, N. Y., C. Van Benthuysen and sons, 1892; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mars 1896.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Janvier 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1896; gr. in-8°.

Traité de Chirurgie cérébrale, par MM. A. Broca et P. Maubrac. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux, par M. Scheurer-Kestner. Paris, G. Masson, 1896; in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Leçons sur la cellule, par M. L. Félix Stenneguy. Paris, G. Carré, 1896; gr. in-8°. (Présenté par M. Ranvier.)

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Février 1896. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Mars 1896. Paris, imp. Ch. Bivort; in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 3 mars 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. 29 février 1896. Paris, Georges Carré; 1 fasc. gr. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. 6 mars 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Tome V. Fascicule IV. Paris, G. Masson, 1896; 1 vol. in-4°.

Quelques exploits d'une particule d'air, par M. G. Van der Mensbrugghe, Membre de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, Hayez, 1895; in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome IV. N° 3. Saint-Pétersbourg, 1895; in-4°.

Annales de l'observatoire météorologique de l'Université impériale à Odessa. par M. A. Klossovsky. 1894. Odessa, L. Kirchner, 1895; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 24 février 1896.)

Note de M. *Perrotin*, Observations de Vénus sur le mont Mounier :

Page 446, ligne 3, *au lieu de* détachement, *lisez* déplacement.

Note de M. *Paul Rivals*, Étude thermochimique de l'acide orthochlorobenzoïque et de quelques-uns de ses dérivés :

Page 480, ligne 16, *au lieu de* $773^{Cal},7$, *lisez* $734^{Cal},7$.